COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JANVIER 1843.

PRÉSIDENCE DE M. DUMAS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

L'Académie s'est occupée d'une réclamation de M. de Blainville, tendant à faire modifier en quelques points le procès-verbal de la dernière séance.

CHIMIE. — *Mémoire sur l'acide hypochloreux, suivi de quelques observations sur les mêmes corps considérés à l'état amorphe et à l'état cristallisé; par* M. J. Pelouze.

« En répétant quelques-unes des principales expériences que M. Gay-Lussac a fait connaître dans son Mémoire sur les combinaisons du chlore avec les bases, j'ai fait l'observation que l'action du chlore sur l'oxyde rouge de mercure n'était pas constante et qu'elle était modifiée considérablement par le mode de préparation de cet oxyde. J'ai cherché à me rendre compte de cette circonstance qui me paraissait singulière, et c'est ainsi que j'ai été conduit à m'occuper du travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» L'oxyde de mercure préparé en décomposant par un excès de potasse le

plonge dans un petit matras de verre, à long col, entouré d'un mélange de glace et de sel marin. En une ou deux heures, on peut obtenir facilement plusieurs grammes d'acide hypochloreux liquide.

» Voici quelles sont les propriétés de ce corps.

» Sa couleur est rouge et tout à fait semblable à celle du sang artériel; son odeur rappelle celle du chlore et de l'iode, mais elle est plus vive, plus pénétrante et elle affecte plus douloureusement les yeux. Il entre en ébullition entre 19 et 20 degrés au-dessus de zéro. Sa vapeur est d'un jaune rougeâtre qu'il est impossible de confondre avec la couleur du chlore, surtout quand on regarde ces deux gaz comparativement.

» Elle provoque la toux et des crachements de sang, et elle agirait sans aucun doute, même à faible dose, comme un violent poison.

» L'acide hypochloreux est plus dense que l'eau; il se maintient au fond de ce liquide, dans lequel il se dissout peu à peu en lui communiquant une couleur d'un jaune orangé.

» L'arsenic, le phosphore et le potassium brûlent avec flamme et souvent avec une violente explosion, quand on les projette dans l'acide hypochloreux liquide ou gazeux.

» L'antimoine en poudre se comporte de la même manière, mais quand on l'emploie peu divisé, par exemple, en petits fragments brillants de la grosseur d'une tête d'épingle, on peut distiller à + 20 degrés l'acide hypochloreux liquide sur ce métal sans qu'on remarque aucune altération de ces deux corps.

» Quand on réfléchit, d'une part, à l'instabilité excessive de l'acide hypochloreux, d'une autre part, à l'action violente qu'exerce sur lui l'antimoine en poudre, on ne peut, ce me semble, s'empêcher de rapprocher les phénomènes précédents de ceux que nous offrent le platine en mousse et le même métal fondu, dans leur contact avec un mélange d'hydrogène et d'oxygène. Il suffirait, dans cette hypothèse, de pulvériser l'antimoine pour l'amener à un état correspondant à celui du noir ou de la mousse de platine.

» L'acide hypochloreux détone sous l'influence d'une légère chaleur, mais quelquefois ses éléments se séparent lentement et sans bruit.

» Une chose remarquable, c'est que les vibrations déterminées par un seul trait de lime sur un tube au fond duquel on a condensé quelques gouttes d'acide hypochloreux, suffisent pour faire détoner cet acide, alors même qu'il est maintenu à un froid de 20 degrés au-dessous de zéro. Aussi est-il très-dangereux de le transvaser.

» J'avais d'abord pensé que le liquide rouge dont je viens de parler était une

combinaison de 1 équivalent de chlore avec 2 équivalents d'oxygène; mais, d'une part, le mode de préparation que j'ai suivi pour l'obtenir, et d'une autre part, les produits de sa décomposition par la chaleur, qui consistent en 2 volumes de chlore pour 1 volume d'oxygène, et l'examen comparatif des propriétés de la dissolution aqueuse avec celle préparée par le procédé de M. Gay-Lussac et de M. Balard, n'ont pu me laisser aucun doute sur l'identité de ce liquide avec l'acide hypochloreux; seulement cet acide n'était connu jusqu'à présent qu'à l'état gazeux, et les expériences précédentes font voir qu'on peut le liquéfier, à la pression ordinaire, par un froid de quelques degrés au-dessous de zéro.

» J'ai déjà dit que l'acide hypochloreux est réellement coloré, soit qu'on le considère à l'état gazeux ou liquide, soit dans sa dissolution aqueuse plus ou moins concentrée.

» C'est ce que démontrent les faits suivants :

» L'acide hypochloreux liquéfié par le froid, mis en contact avec de l'eau, à une basse température, s'y dissout peu à peu en conservant jusqu'à la fin sa couleur rouge. Ces dissolutions fractionnées présentent toutes une couleur jaune orangée.

» L'eau dans laquelle on reçoit directement le gaz acide hypochloreux ne paraît pas se colorer dans le commencement de l'opération, mais sa teinte se fonce à mesure que la dissolution fait des progrès, et cela arrive quelque soin que l'on prenne pour maintenir constantes toutes les conditions de l'expérience.

» Cette dissolution, agitée avec du bioxyde de mercure, ne se décolore pas, ce qui semble en exclure la présence du chlore libre, car celui-ci devrait réagir sur l'oxyde et donner naissance à une nouvelle quantité d'acide hypochloreux.

» Quand on mêle de l'oxyde de mercure avec de l'eau à 2 ou 3 degrés, tenant en suspension une grande quantité de cristaux d'hydrate de chlore, ceux-ci disparaissent, en produisant de l'acide hypochloreux, et la liqueur, abandonnée quelques instants à elle-même pour la séparer de l'excès d'oxyde, présente une teinte jaune prononcée. Plusieurs fois j'ai obtenu de la sorte une liqueur colorée qui ne contenait pas au delà de huit à dix fois son volume d'acide hypochloreux. La basse température à laquelle a lieu cette expérience ne semble pas autoriser l'explication qui consisterait à reporter sur du chlore libre la coloration de la liqueur.

» Le chlore qu'on dirige dans de l'eau froide tenant en suspension de

l'oxyde de mercure, donne également une dissolution colorée d'acide hypochloreux.

» Les solutions concentrées d'acide hypochloreux, soumises à l'action d'une douce chaleur, laissent dégager un gaz coloré en jaune rougeâtre.

» Tous les faits que je viens de rapporter me paraissent susceptibles d'être facilement expliqués, et voici de quelle manière :

» L'acide hypochloreux est un gaz coloré en jaune rougeâtre. Cette couleur lui est propre; il la conserve tant qu'il est gazeux et privé d'eau : elle s'exalte beaucoup par la liquéfaction.

» Cet acide forme avec l'eau un hydrate d'eau couleur jaune incomparablement moins intense que celle du gaz, de telle sorte que quand la dissolution est peu chargée, elle ne paraît pas sensiblement colorée, encore bien qu'en réalité elle le soit toujours. Ainsi, de l'eau qui contient plusieurs fois son volume d'acide hypochloreux, paraît à peu près incolore qnand on la regarde dans un verre ordinaire; mais qu'on l'introduise dans un tube étroit de 2 ou 3 décimètres de longueur, et on lui trouvera une teinte jaune bien distincte; et cela arrive tout aussi bien à la dissolution aqueuse d'acide hypochloreux préparée par le procédé de M. Balard ou de M. Gay-Lussac, qu'à celle faite avec l'acide liquide.

» Il me semble donc que l'acide hypochloreux, comme les autres gaz formés par la combinaison du chlore avec l'oxygène, est réellement coloré, et s'il n'a pas paru tel à M. Gay-Lussac, cela tient sans doute à ce qu'il ne l'a étudié que dans des dissolutions peu concentrées. Ces dissolutions, en effet, ne paraissent colorées d'une manière bien sensible que lorsqu'elles sont chargées d'une quantité assez considérable de gaz; et quant à ce dernier, sous la pression de $0^m,38$, à laquelle M. Gay-Lussac l'avait obtenu, il ne paraît également coloré d'une manière bien nette, qu'autant qu'on en regarde un volume assez grand.

» L'acide hypochloreux est beaucoup plus soluble dans l'eau qu'on ne l'avait cru. Celle-ci en dissout, à zéro, au moins deux cents fois son volume. En effet, 1 centimètre cube de cette dissolution a détruit 400 centimètres cubes de liqueur normale arsénieuse. Le chlore et l'oxygène ayant un pouvoir décolorant exactement égal dans l'acide hypochloreux, ainsi que l'a démontré M. Gay-Lussac, et la formule $Cl\,O$ représentant 2 volumes de ce gaz, il s'ensuit que l'eau en dissout, comme je l'ai dit, deux cents fois son volume. En d'autres termes, 1 volume de cette dissolution décolore autant que 400 volumes de chlore. Elle marque, par conséquent, 40 000 degrés chlorométriques.

» La densité du gaz hypochloreux étant 2,977, 1 litre de ce gaz, à zéro et à $0^{m},760$, pèse $3^{gr},864$; 100 parties d'eau doivent donc dissoudre 77,364 d'acide hypochloreux, ou plus des trois quarts de son poids. Ces proportions correspondent approximativement à 1 équivalent d'acide et à 6 équivalents d'eau.

» La dissolution aqueuse d'acide hypochloreux a été examinée avec soin par M. Balard; mais il ne l'avait pas obtenue, à beaucoup près, dans un aussi grand état de concentration : j'indiquerai quelques-unes de ses propriétés.

» Sa couleur est jaune comme celle d'une dissolution concentrée de chloride d'or; son odeur est pénétrante et insupportable : elle est la même que celle des chlorures décolorants, sauf son intensité, qui est beaucoup plus grande. Elle a une action très-caustique sur la peau, qu'elle désorganise et détruit rapidement, en produisant une vive douleur et une plaie profonde qui ne se cicatrise qu'avec difficulté.

» L'antimoine la décompose avec rapidité; l'arsenic s'y enflamme en produisant, dans le sein même du liquide, une belle lumière bleue. L'acide hydrochlorique, l'ammoniaque, l'acide oxalique, y produisent une effervescence des plus vives; l'acide arsénieux s'y acidifie en produisant une suite de petites détonations.

» Elle fait passer subitement le sulfure de plomb à l'état de sulfate, et cette propriété est tellement prononcée, qu'on la retrouve à un haut degré dans la dissolution étendue de cent fois son volume d'eau. On peut la mettre à profit pour blanchir des boiseries et des tableaux à la surface desquels la céruse a été noircie par des émanations sulfureuses.

» La dissolution aqueuse d'acide hypochloreux produit dans les sels de protoxyde de manganèse un précipité noir, velouté, d'hydrate de peroxyde de manganèse pur.

» Dans les sels de plomb, il forme un précipité d'oxyde puce.

» On peut se servir avec avantage de l'acide hypochloreux pour obtenir les deux oxydes précédents dans un état de division qui les rend propres à quelques réactions particulières. Des divers sels de plomb, celui qui paraît le plus propre à la préparation de l'oxyde puce, est l'acétate tribasique dissous dans une grande quantité d'eau.

» Ainsi que l'a fait observer M. Balard, l'acide hypochloreux peut être placé à côté de l'eau oxygénée, par la facilité avec laquelle ses éléments se dissocient sous l'influence de certains corps, qui d'ailleurs ne lui cèdent ni ne lui prennent rien. C'est ainsi que le chlorure d'argent décompose rapidement sa dissolution aqueuse.

» La décomposition facile de cet acide par l'acide hydrochlorique fournit un excellent moyen de se procurer en abondance des cristaux d'hydrate de chlore. Il suffit de refroidir à + 2 ou 3° une dissolution d'acide hypochloreux, et d'y verser goutte à goutte de l'acide hydrochlorique. Le chlore éliminé s'unit à l'eau et il en résulte une si grande quantité de cristaux, que le liquide presque tout entier se solidifie.

» J'ai indiqué quelles sont les conditions à remplir pour obtenir un oxyde propre à la préparation de l'acide hypochloreux. On va voir maintenant combien sont différents les résultats de l'action du chlore sur ce même oxyde, quand il a été préparé par la calcination du nitrate ou par l'oxydation directe du mercure.

» L'oxyde qui provient de ces deux modes de préparation a une couleur orangée beaucoup plus foncée que celle de l'oxyde obtenu par la voie humide. Il est cristallisé en paillettes plus ou moins volumineuses ou en aiguilles microscopiques, brillantes à la lumière du soleil. Lorsqu'on soumet cet oxyde à l'action du chlore, dans des conditions semblables à celles que j'ai indiquées pour l'oxyde précipité, on n'observe aucune élévation sensible de température; la production de l'acide hypochloreux est si peu considérable que je l'ai crue nulle pendant longtemps, et ce n'est qu'après un contact de plusieurs heures qu'il est possible de la constater. Cette inertie a lieu tout aussi bien avec des cristaux microscopiques qu'avec des lamelles volumineuses. Si, par une longue trituration, on réduit en poudre très-ténue cet oxyde de mercure, il donnera un peu plus d'acide hypochloreux; mais, comparées aux proportions que donne l'oxyde de mercure précipité, ces quantités seront encore infiniment plus petites.

» Quelle peut être la cause de ces différences qui cessent d'avoir lieu en présence de l'eau, quel qu'ait été le mode de préparation de l'oxyde de mercure? Je l'ignore; mais je suis porté à croire qu'elles pourraient bien être dues à deux états physiques différents de cet oxyde.

» L'oxyde amorphe serait seul susceptible d'être décomposé par le chlore, à la température ordinaire ou à une basse température; l'oxyde cristallisé résisterait dans les mêmes circonstances. Ce qui me porte à émettre cette opinion, c'est que le sulfate tribasique de mercure obtenu par l'action prolongée de l'eau bouillante sur le sulfate neutre, quoique préparé par la voie humide et desséché à une basse température, ne donne pas d'acide hypochloreux lorsqu'on le met en contact avec le chlore, ou plutôt il en donne avec une lenteur extrême et de petites quantités, comme l'oxyde de mercure

en cristaux. Telle est au moins la manière dont s'est comporté un échantillon de ce sous-sel mercuriel dont la structure paraissait cristallisée.

» L'objection qui consiste en ce que l'oxyde de mercure cristallisé, et surtout sa poussière, donnent avec le chlore une petite quantité d'acide hypochloreux, ne me semble pas suffisante pour faire rejeter l'hypothèse précédente; car il pourrait se faire que cet oxyde contînt la modification amorphe. Je doute que les chimistes qui répéteront mes expériences attribuent les différences que j'ai signalées à une cause purement mécanique, comme une plus grande étendue de surfaces réagissantes dans l'oxyde amorphe. Pour mon compte, je croirais plutôt que la pulvérisation change la nature de ces surfaces ou met à nu de petites quantités d'oxyde amorphe cachées dans l'intérieur des cristaux.

» Quoi qu'il en soit de cette explication, j'ai voulu voir si l'oxyde de mercure amorphe et le même oxyde cristallisé se comporteraient de la même manière sous l'influence de la chaleur.

» En me rappelant que M. Wöhler a trouvé des différences considérables dans les points de fusion des mêmes composés, suivant qu'ils étaient amorphes ou cristallisés, il me paraissait à priori possible que quelque chose de semblable se manifestât dans les termes de décomposition de l'oxyde de mercure. En effet, l'oxyde amorphe sur lequel le chlore exerce une action énergique se décompose bien avant l'oxyde cristallisé. La différence est telle que si l'on place ces deux oxydes dans le même bain d'alliage, ou plus commodément dans la moufle d'un fourneau de coupelle, à une température convenablement ménagée, l'oxyde amorphe disparaît complétement, tandis qu'à peine l'autre a commencé à se décomposer.

» Ainsi il est certain que le même composé, uniquement parce qu'il est amorphe ou cristallisé, cesse de manifester les mêmes réactions sur d'autres corps, et qu'il offre également de grandes différences dans le terme de sa décomposition par la chaleur. C'est le plus actif, si je puis m'exprimer ainsi, dans ses réactions, qui se décompose le premier, et cela n'est pas particulier à l'oxyde de mercure. J'ai constaté cette même propriété sur le bioxyde de manganèse amorphe et cristallisé, sur la craie et le spath d'Islande. Toujours le composé amorphe se décompose avant le même composé en cristaux.

» J'espère que les expériences que j'ai citées dans ce Mémoire sont de nature à appeler l'attention des physiciens et des chimistes. Elles prouvent combien il est important d'établir une distinction, même au point de vue purement chimique, entre des corps qui ne diffèrent que par un état particulier d'agrégation. On savait bien que certains corps insolubles obtenus par

précipitation étaient plus aptes à certaines réactions que les mêmes corps préparés par la voie sèche, mais on ne voyait là que des différences de cohésion, et l'on était fort éloigné de penser qu'elles allassent jusqu'à modifier aussi profondément les propriétés chimiques.

Sur la solubilité du chlore dans l'eau.

» La mesure de cette solubilité présente quelque intérêt en raison de l'usage fréquent que l'on fait de l'eau de chlore. Elle paraît d'ailleurs avoir été déterminée avec peu de soin, si l'on en juge par les nombres très-différents qu'on voit figurer, pour la représenter, dans les Traités de Chimie.

» Cette solubilité peut être connue d'une manière suffisamment précise avec la liqueur normale arsénieuse dont M. Gay-Lussac a le premier proposé l'usage pour la détermination du titre des chlorures décolorants du commerce. En suivant cette méthode, je suis arrivé aux résultats suivants (1) :

Volumes d'eau.	Volumes de chlore dissous.	Températures.
100	175 à 180	0°
100	270 275	+ 9
100	270 275	10
100	250 260	12
100	250 260	14
100	245 250	14
100	200 210	30
100	155 160	40
100	115 120	50
100	60 65	70

» Le maximum de solubilité a donc lieu vers 9 à 10° au-dessus de zéro; c'est précisément la température à laquelle les cristaux d'hydrate de chlore cessent de se former dans l'eau ou disparaissent complétement dans ce liquide.

» L'eau dans laquelle on reçoit le chlore en dissout une proportion d'autant plus faible qu'on l'éloigne davantage de ce terme.

» L'eau bien saturée de chlore entre 8 et 10° est fortement colorée en jaune verdâtre; si on la porte à zéro, elle laisse déposer de nombreux flocons

(1) Ce procédé ne comporte pas assez d'exactitude pour qu'on ait dû faire intervenir la mesure de la pression barométrique. Ces déterminations ont été prises à la pression ordinaire.

d'hydrate de chlore, et la couleur de l'eau-mère qui les surnage a beaucoup perdu de son intensité.

» Quand l'eau est chargée de chlore et qu'on l'agite avec de l'air, elle perd pour ainsi dire instantanément la presque totalité de gaz qu'elle tenait en dissolution et devient incolore. Ce fait était certainement prévu par la théorie, mais la facilité extraordinaire avec laquelle le chlore est éliminé par des gaz aussi peu solubles que l'azote et l'oxygène était loin d'être connue, et il trouve son application dans la préparation de l'eau de chlore.

» Pour obtenir une saturation complète, il faut bien se garder d'agiter l'eau dans laquelle on fait arriver le gaz; car, pour peu qu'il reste d'air dans le flacon, il y a déplacement d'une certaine quantité de chlore et affaiblissement du titre de la dissolution. »

M. **Magendie**, au nom de la Commission chargée de constater les effets de l'arsenic administré à haute dose à des moutons, rend compte verbalement des résultats obtenus dans les expériences qui ont pu être faites depuis la dernière séance. Nous reviendrons sur cette communication.

NOMINATIONS.

L'Académie, après avoir discuté les moyens de concilier l'ordonnance royale réglementaire de 1816 avec l'arrêté ministériel portant organisation de la Commission administrative centrale, procède, conformément à l'article 2 de l'ordonnance royale précitée, à la nomination d'un membre de la Commission administrative. Ce membre doit être pris dans les Sections des sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, sur 41 votants, M. **Poinsot**, membre sortant, obtient 37 suffrages. Il y a deux billets blancs et deux billets exprimant l'opinion qu'il n'y a pas lieu à élire.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Note de* MM. **Danger** *et* **Flandin** *à propos de la communication faite, dans la séance du 2 janvier, par* M. de Gasparin.

(Commission de l'arsenic.)

« Dans la séance de lundi dernier, M. de Gasparin, au nom de M. Cambessèdes, a annoncé à l'Académie qu'un troupeau de moutons atteint de

pleurésie chronique avait été guéri par l'emploi, à haute dose, de l'acide arsénieux uni au sel commun. L'honorable académicien a ajouté que, d'après des expériences faites sur ces animaux à l'état sain, l'arsenic ne paraissait pas être un poison pour la race ovine, les bêtes à laine et même les ruminants en général.

» Deux questions d'un haut intérêt nous ont paru se rattacher à cette importante communication, et, sans en avoir reçu mission, nous avons cru seconder les intentions de la Commission de l'Académie en nous appliquant à les résoudre.

» *Première question.* L'arsenic est-il ou n'est-il pas un poison pour la race ovine, etc.?

» Pour répondre à cette question, nous avons, mercredi dernier, à dix heures du matin, fait prendre à un mouton 8 grammes d'acide arsénieux mêlé à la même quantité de sel marin. Au bout de quelques heures, si ce n'est immédiatement, l'animal ne nous a pas paru visiblement souffrir. A trois heures de l'après-midi, il a commencé à manger et à ruminer comme à l'ordinaire. A huit heures et demie du soir, il a rendu des urines et des fécès. On a analysé les urines : elles ne contenaient que des traces à peine appréciables d'arsenic. Dans une dizaine de petites taches jaunes, obtenues avec l'appareil de Marsh, on n'aurait pu, par aucun réactif, démontrer complétement la présence du métal.

» Le lendemain, à sept heures du matin, l'animal ne paraissant pas malade, on lui fit avaler de nouveau 8 grammes d'acide arsénieux, mais cette fois sans mélange de sel. On voulait s'assurer si le mélange d'hydrochlorate de soude à l'acide arsénieux n'était pour rien dans l'innocuité du poison. La journée se passa comme celle de la veille : l'animal mangea tout ce qu'on lui présenta, sans montrer aucune répugnance; il lécha, selon la coutume de ces animaux, les murs et les boiseries de la pièce dans laquelle il était enfermé. Dans l'après-midi et le soir, il rendit à deux fois des urines et des fécès. On analysa, d'une part, toutes les urines; de l'autre, $0^{gr},15$ seulement de fécès. Les urines donnèrent, d'une manière plus visible que la veille, des traces d'arsenic; mais ces traces étaient à peine sensibles encore. Les fécès, au contraire, étaient abondamment chargées d'acide arsénieux.

» D'après des expériences que nous avons communiquées antérieurement à l'Académie, c'est uniquement l'arsenic absorbé qui tue; l'acide arsénieux ou, d'une manière plus générale, le poison qui ne fait que toucher en passant la membrane digestive n'y produit que des lésions toutes locales qui ne sont pas essentiellement graves et à plus forte raison consécutivement mortelles. L'A-

cadémie se souviendra peut-être que nous avons pu amener graduellement un chien à prendre des doses énormes d'acide arsénieux, sans donner lieu à l'absorption et par conséquent à l'empoisonnement. Après la mort de l'animal, sacrifié le lendemain du jour où il avait pris 1 gramme d'acide arsénieux, on ne trouva aucune trace du poison dans ses organes et même dans la tunique intestinale préalablement bien lavée. Convaincus par ces précédents, que si le mouton mis en expérience n'éprouvait aucun effet nuisible de l'administration par les voies digestives de l'acide arsénieux à haute dose, c'est qu'il n'en absorbait pas ou n'en absorbait qu'infiniment peu dans un temps donné, nous avons, sur un nouvel animal, appliqué l'acide arsénieux sous la peau de la cuisse, pour être certains de produire immédiatement et aussi promptement que possible des effets d'absorption. A priori, nous avons pensé que la dose de 30 centigrammes (six grains) pourrait lui donner la mort, 15 centigrammes suffisant, et même au delà, pour tuer un chien de moyenne taille dans un intervalle de vingt-quatre à quarante-huit heures.

» Cette seconde expérience a été faite le vendredi 6 janvier à midi. Immédiatement après l'opération, pleine d'innocuité par elle-même et qui n'a pas même produit le plus léger épanchement de sang, l'animal a refusé toute nourriture, et, depuis ce temps, il n'a rien pris, devenant d'heure en heure visiblement plus malade.

» Les premières urines n'ont été rendues que le lendemain samedi, à 8 heures et demie du matin. Analysées immédiatement elles ont donné une quantité d'arsenic infiniment plus considérable que toutes les urines réunies du premier animal, qui pourtant en deux jours avait pris par l'estomac 16 grammes (une demi-once) d'acide arsénieux. Dans l'après-midi du même jour, l'animal ayant uriné pour la seconde fois, ses urines, bien que fort peu abondantes, ont été trouvées plus chargées d'arsenic que celles du matin. La proportion d'arsenic a augmenté de la manière la plus sensible dans les urines rendues le lendemain, c'est-à-dire hier dimanche. Aujourd'hui lundi, l'animal est fort malade et il est peu probable qu'il survive à cet empoisonnement, qu'il se débarrasse par l'émonctoire rénal de tout le poison qu'il absorbe, bien que l'absorption ne se fasse que lentement, plus lentement que chez le chien, circonstance favorable à l'élimination. Nous aurons soin de communiquer à l'Académie le résultat définitif de cette expérience; mais dès à présent ne peut-on pas dire que l'arsenic est un poison pour le mouton comme pour les autres animaux, avec cette différence qu'il n'agit pas sur la race ovine comme un poison violent, parce qu'il n'est que très-lentement absorbé et qu'il paraît être, au contraire, assez facilement éliminé soit par les selles, soit par les urines? On trouvera peut-être la raison de cette anomalie dans la faculté

d'absorption de certains animaux, d'une part, dans la texture même du tube digestif des ruminants, et, de l'autre, dans la température et la plasticité du sang du mouton, qui sans doute est un mauvais dissolvant d'un corps par lui-même très-peu soluble dans l'eau.

» *Deuxième question.* Lorsque des moutons auront été traités par l'acide arsénieux à haute dose, suivant la méthode qui tend à s'introduire dans l'art vétérinaire, pourront-ils, et au bout de combien de temps pourront-ils être livrés à la consommation, sans danger pour la santé publique?

» Pour résoudre cette question, nous nous sommes rapprochés le plus possible, par l'expérience, des conditions mêmes où l'on se trouvera placé lorsqu'on appliquera la nouvelle méthode de traitement à des moutons atteints de pleurésie chronique. Nous avons fait prendre (l'expérience a été commencée samedi à deux heures et demie) à un mouton, 32 grammes (1 once) d'acide arsénieux mêlé à une poignée de sel gris de cuisine. Si ce n'est pas là le maximum de la dose qu'on ait donnée aux moutons dans les expériences de M. Cambessèdes, il nous sera facile de répéter ou de continuer notre première épreuve. Immédiatement après l'ingestion dans l'estomac de la substance toxique, l'animal a paru éprouver de fortes coliques; nous avons remarqué que la peau de ses flancs était le siége de contractions violentes; toute la journée, et jusqu'ici même, il a refusé de manger, et il paraît depuis vingt-quatre heures, atteint d'une altération profonde. L'émission des urines a été peu abondante. Il n'a rendu les premières qu'au bout de seize heures et demie, c'est-à-dire hier à sept heures. Analysées avec soin, elles ont donné une proportion manifeste et notable d'arsenic. On ne doit pas s'en étonner, l'animal a été visiblement malade, l'absorption a été favorisée par l'état pathologique. Les fécès, légèrement ramollies, contenaient des proportions énormes d'acide arsénieux.

» Bien qu'au moment où nous écrivons, l'animal paraisse gravement malade; d'après les expériences citées par M. de Gasparin, les nôtres et celles qu'a bien voulu nous communiquer M. Rognetta, nous présumons qu'il survivra à l'expérience, toutefois sans pouvoir l'assurer encore.

» Notre but est de suivre jour par jour, au moyen de l'analyse des urines et des fécès, tout à la fois les progrès de l'intoxication et ceux de la sortie ou de l'élimination du poison. Quand les urines ne nous donneront plus la moindre trace de la présence de l'arsenic, nous sacrifierons l'animal, et nous analyserons séparément chacun de ses organes. Nous avons quelque espoir que les résultats de ces analyses successives nous fourniront les moyens de répondre à la question proposée, à savoir, après combien de temps un mouton qui aurait été traité par l'arsenic à haute dose pourrait être

livré sans danger à la consommation. Nous sentons toute la gravité de cette question, et nous voudrions qu'elle pût être résolue en conciliant les intérêts des cultivateurs ou des propriétaires de bêtes à laine avec les intérêts plus précieux encore de la santé publique. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Note sur l'arsenic (acide arsénieux) considéré comme remède chez les animaux domestiques; par* M. ROGNETTA.

(Commission de l'arsenic.)

« L'Académie a reçu, dans la dernière séance, une communication de M. de Gasparin, concernant un cas d'affection inflammatoire de poitrine (pleurésie chronique), qui ravageait un troupeau de bêtes à laine, et qui a été heureusement guérie à l'aide de l'acide arsénieux à la dose de 32 grammes (une once), donnée en une seule fois, en poudre mêlée avec du sel marin.

» Ce fait a paru surprenant, et par la dose très-élevée, et par ses effets salutaires. M. de Gasparin a ajouté à la fin de sa Note cette phrase remarquable: « Il semble donc évident que l'arsenic n'est pas un poison pour les bêtes à » laine, et l'on a assuré à M. Cambessèdes qu'il avait des effets tout aussi in- » nocents sur les bœufs. »

» L'Académie ayant avec raison accordé à cette communication une haute importance, a, dans sa sagesse, jugé convenable de nommer une Commission pour s'assurer expérimentalement de l'exactitude des faits énoncés, et aviser aux moyens d'en étendre l'application sans danger, si faire se peut.

» Ayant expérimenté moi-même un très-grand nombre de fois l'acide arsénieux sur des animaux herbivores, ruminants et non ruminants, tels que les lapins et les chevaux, je suis à même de fournir, dès à présent, des observations que l'Académie recevra peut-être avec intérêt. C'est dans cette confiance que j'ai l'honneur de soumettre les réflexions suivantes aux hautes lumières de la Commission et de l'Académie.

» *Dose.* — Pour ce qui est de la dose élevée de l'arsenic, la chose semble exorbitante au premier abord. Si l'on veut cependant réfléchir aux circonstances suivantes, cette dose n'a rien d'extraordinaire. Effectivement, chez les animaux herbivores, en particulier chez les ruminants, l'estomac est toujours rempli d'aliments grossiers; le remède administré sous forme de poudre en est enveloppé, et n'est absorbé qu'en très-faible partie; le reste est expulsé avec les résidus de la digestion. Cela a lieu d'autant plus facilement que

l'acide arsénieux est très-peu soluble, de sorte que sur les 32 grammes administrés chez chaque brebis, il n'a dû y en avoir qu'une très-faible quantité qui ait été transportée dans le torrent de la circulation, et qui ait, par conséquent, pu agir dynamiquement sur l'économie. Les choses se seraient sûrement passées bien autrement si la même quantité eût été administrée à l'état de solution. Voici ce que mes expériences sur les chevaux m'ont appris à ce sujet.

» Pour empoisonner mortellement un cheval bien portant, il faut, au minimum, 64 grammes (2 onces) d'arsenic en poudre. La moitié ou les deux tiers de cette dose ne suffisent pas pour produire la mort. La dose de 32 grammes (1 once) est si bien tolérée, que le cheval continue à manger et à se bien porter. A l'état de solution très-délayée, au contraire, 2 grammes seuls suffisent pour tuer un cheval, c'est-à-dire $\frac{2}{32}$ de la dose précédente. 1 seul gramme, 1 gramme et demi ne le tuent pas. Ces dernières expériences ont été répétées par M. Leblanc, savant vétérinaire, et moi, sur une trentaine de chevaux, et nous ont donné toujours les mêmes résultats. M. Boulley jeune avait, de son côté, opéré avec l'arsenic en poudre sur plusieurs chevaux.

» Nous sommes ainsi arrivés à cette conclusion curieuse et inattendue que le minimum de la dose mortelle de l'arsenic chez le cheval différait dans la proportion de 1 : 32, suivant qu'on employait la solution ou la poudre.

» En conséquence, quand on a administré aux brebis de M. Cambessèdes 32 grammes d'arsenic en poudre, c'est comme si on leur en eût ingéré un seul gramme (20 grains) à l'état de solution aqueuse. Or, cette dose n'a rien d'effrayant si l'on veut tenir compte de la tolérance établie par la maladie. On sait, en effet, que l'émétique, par exemple (tartre stibié), est toléré à des doses énormes dans les affections inflammatoires de la poitrine, tandis qu'il produit des accidents formidables dans l'état de santé, etc.

» J'ai observé, au surplus, que, même dans l'état de santé, l'arsenic en poudre n'agit que très-lentement sur les animaux ruminants. J'ai vu, par exemple, des lapins auxquels j'en avais administré plusieurs grammes saupoudré sur des carottes ne présenter aucun symptôme pendant les cinq ou six premiers jours, et être pris ensuite de convulsions violentes et succomber promptement; tandis que, à l'état de solution, une faible dose suffit pour les foudroyer en très-peu de temps. Tout cela dépend de la difficulté plus ou moins grande de l'absorption et, par conséquent, du passage de la substance dans le sang, suivant qu'elle est à l'état solide ou liquide.

» On comprend par là pourquoi il faudrait des doses très-considérables

pour produire des symptômes mortels chez le bœuf, par exemple, si l'arsenic était administré en poudre, comme chez les moutons de M. Cambessèdes.

» *Effet médicamenteux.* — La réflexion qui se présente naturellement en vue du fait communiqué par M. de Gasparin, c'est que l'arsenic a agi évidemment comme un remède hyposthérisant ou antiphlogistique, puisqu'il a guéri une maladie inflammatoire. Sous ce rapport, l'acide arsénieux offre une ressemblance frappante avec les préparations antimoniales et même avec les saignées copieuses. C'est précisément là le fait fondamental que je crois avoir établi le premier en France d'après l'école de Rasori, et contrairement à l'opinion généralement adoptée. C'est aussi d'après cette donnée, confirmée par mes propres expériences, que j'ai cru pouvoir établir que l'intoxication arsenicale consistait dans une asthénie générale, et ne devait être traitée qu'à l'aide de substances excitantes, telles que le rhum, l'eau-de-vie, l'eau de canelle, l'opium, etc.

» L'observation de M. Cambessèdes vient donc confirmer tous mes travaux, toutes mes prévisions sur la véritable action dynamique de l'arsenic. J'ai l'honneur de joindre à cette Note un volume de la *Gazette des Hôpitaux* de 1839, dans lequel on trouve, à la page 357, un rapport favorable de l'Académie royale de Médecine sur mes premières expériences, et dans lequel on trouve exposé ce que je viens d'avancer sur la véritable action dynamique de l'arsenic. Aux pages 302 et 385 du même volume, on lit des articles signés de moi et qui offrent un développement de la même thèse.

» *Nouvelles expériences.* — Sans vouloir préjuger la question qu'il s'agit de résoudre, ni la marche que la Commission se propose de suivre dans les nouvelles expériences, l'Académie me permettra, je pense, d'émettre quelques remarques sur ce dernier sujet, dans l'intérêt de la science et des personnes qui se proposeraient de s'engager dans la nouvelle voie expérimentale.

» Il est clair, d'après les faits acquis à la science, 1° que les nouvelles expériences ne seront réellement probantes qu'autant qu'elles porteront sur des animaux atteints de maladies inflammatoires ou analogues à celles des animaux de M. Cambessèdes; 2° que sur les animaux sains, les expériences ne pourront avoir d'autre portée que d'établir d'une manière générale l'action dynamique du médicament. Dans ce cas, on ne retrouvera pas les conditions de tolérance morbide dont je viens de parler, ce qui conduit naturellement à des différences considérables sous le double rapport de la dose tolerable et des effets généraux; 3° que pour rendre les résultats aussi constants que pos-

sible, il importe de faire usage de l'acide arsénieux à l'état de solution aqueuse très-délayée (100 grammes d'eau pour 1 gramme d'arsenic), cette forme du médicament étant effectivement la seule qui soit facilement absorbée avec très-peu de perte; le médicament à l'état solide donne des résultats très-variables, selon la quantité et la qualité d'aliments qu'il rencontre dans l'estomac; 4° qu'à défaut de brebis malades on pourra expérimenter avec un égal succès sur des chiens atteints d'affections inflammatoires, et sur des chevaux qu'on trouve aisément dans plusieurs infirmeries spéciales; 5° que la science possède déjà un assez grand nombre d'exemples de maladies aiguës ou chroniques, à fond d'excitation, chez l'homme, soulagées ou guéries à l'aide de l'arsenic administré sous différentes formes; 6° que, quant à la question de savoir si l'arsenic ingéré passe ou non dans le sang et dans le parenchyme des viscères et des muscles, on ne saurait en douter un seul instant, du moment que le médicament produit des effets dynamiques. Cette circonstance ne saurait inspirer aucune crainte relativement à la qualité de la viande des animaux traités, soit qu'ils guérissent, soit qu'ils ne guérissent pas; car s'ils guérissent, il est prouvé, depuis plus d'un quart de siècle, que le remède absorbé, ou subit des transformations sous le travail de l'assimilation organique et cesse d'être un poison, ou est expulsé de l'économie au bout d'un certain nombre de jours par les différents émonctoires connus (voies urinaires, voies digestives, transpiration cutanée et pulmonaire, organes salivaires, etc.). En conséquence, la viande rentrerait alors dans les conditions de celle des animaux guéris sans arsenic. S'ils ne guérissent pas, il est clair que leur viande serait inserviable pour l'homme comme aliment. Je dois ajouter que dans des expériences, peu multipliées à la vérité, que j'ai faites en 1838 avec M. Mojon, dans le but d'empoisonner des animaux avec le sang d'autres animaux préalablement intoxiqués avec de l'arsenic, jamais nous n'avons pu réussir à produire des effets sensibles.

» Je ne doute nullement, au reste, que les nouvelles expériences ne parviennent à confirmer cette proposition générale, que l'acide arsénieux peut être administré avec avantage, chez les animaux domestiques comme chez l'homme, dans une foule de maladies inflammatoires. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Recherches sur l'écoulement des liquides, considéré dans les capillaires vivants; par* M. **Poiseuille**.

(Commissaires, MM. Magendie, Chevreul, Regnault.)

« Les modifications que présentent les fonctions, par le changement de

composition du sang qui traverse nos organes, nous ont conduit à rechercher s'il n'existait pas, en dehors de la force vitale, en dehors des propriétés si souvent attribuées aux tissus vivants, quelque cause physique, qui, commune aux corps inertes et aux corps organisés, pût rendre raison, dans certains cas, des phénomènes observés. On conçoit, en effet, que si l'état particulier qu'offre l'économie animale, soumise à l'influence de tel agent, tient à une cause physique, on pourra suivre dans le choix des moyens propres à combattre cet état, une marche essentiellement rationnelle.

» Le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, montrera, je l'espère, quant à l'écoulement des liquides, lorsqu'on fait varier leur nature, le lien qui unit les phénomènes du mouvement, observés, soit dans les tubes inertes, soit dans les tubes organisés morts, soit dans les vaisseaux capillaires vivants.

» Ce travail se divise donc naturellement en trois sections: la première contient l'étude du mouvement des liquides dans les tubes de verre de très-petits diamètres; la seconde considère ce mouvement dans les capillaires privés de la vie; dans la troisième section, on s'occupe du passage des liquides à travers les capillaires de l'animal vivant.

1re Section. — *Écoulement des liquides de nature différente dans les tubes de verre de très-petits diamètres.*

» Dubuat avait déjà remarqué que l'eau salée coule moins vite que l'eau douce; et M. Girard, dans ces derniers temps, a démontré, par un grand nombre d'expériences, que la nature du liquide a une grande influence sur le produit obtenu. Le travail de M. Girard, entrepris dans une vue toute spéciale, ne se prêtait nullement aux conséquences que nous aurions pu en tirer dans son application à l'économie animale; aussi nous avons dû faire des expériences en rapport tout à fait direct avec le but que nous nous proposions d'atteindre. Mais, avant de les exposer, nous allons nous occuper d'un point qui domine toute la question que nous traitons; c'est-à-dire, que dans l'écoulement des liquides à travers les tubes de très-petits diamètres, le fluide se meut dans un canal dont les parois sont formées par le liquide même qui s'écoule, par suite de l'affinité des parois du tube pour les molécules fluides qui le parcourent. Cette proposition est admise par les hydrauliciens, dans les tuyaux de conduite, et aussi par M. Girard; mais comme aucune expérience directe n'a été faite pour l'établir, nous avons pensé qu'il ne serait pas superflu de faire quelques expériences qui tendent à la démontrer.

» En 1835, dans un Mémoire inséré dans le tome VII des *Savants étran-*

gers, nous avons constaté que la surface interne des vaisseaux vivants, est tapissée d'une couche de sérum en repos; que c'est sur cette couche de liquide infiniment mince, que glisse le sang dans son mouvement à travers les vaisseaux; de sorte qu'à la faveur de cette couche, le fluide nourricier se meut dans un tube à parois liquides. Les expériences suivantes viennent confirmer cette manière de voir :

Tube A; $l = 108^{mm},24$; diam., $0^{mm},255$; cap. de l'amp., $6^{c.c.}$; pression, $746^{mm},45$ d'eau.

L'ampoule remplie d'eau distillée se vide en un temps égal à 1132″.

» On fait passer dans ce tube du vernis de Spa, étendu de trois fois son poids d'alcool, et ensuite une grande quantité d'air; l'alcool s'évapore, et la surface intérieure du tube est comme dépolie; l'expérience précédente, répétée avec ce tube, donne, pour le temps de l'écoulement de la même quantité d'eau distillée, 1136″.

» Ce retard de 4″, en supposant que la paroi n'ait aucune part au phénomène de l'écoulement, viendrait de la présence de la couche très-mince de vernis opaque, qui rend sensiblement plus petit le diamètre du tube.

» On fait fondre, à une douce chaleur, cette couche de vernis opaque qui tapisse le tube; la paroi devient alors polie, et l'ampoule met à se vider, dans les mêmes circonstances que précédemment, un temps égal à 1135″,75.

» Ainsi, que la surface intérieure du tube soit polie ou dépolie, la durée de l'écoulement d'une même quantité de liquide est parfaitement la même.

» De là, nous sommes conduit à penser que l'eau coule dans les tubes de petits diamètres, sur une paroi liquide, formée par une couche fluide, maintenue contre les parois du tube, par l'affinité de la substance du tube pour le liquide qui s'y meut. Cette couche, par sa présence, détruirait ainsi l'effet qui pourrait naître du dépoli de la paroi. Nous sommes d'autant plus porté à penser qu'il en est ainsi, que les phénomènes d'écoulement sont tout autres que ceux qui viennent d'être constatés, lorsqu'il s'agit d'un liquide qui ne mouille pas les parois, qui frotte contre les parois du tube, comme, par exemple, le mercure; ainsi, dans le cas où la paroi du tube est dépolie, le mercure coule moins vite que lorsqu'elle est unie.

» Si, comme nous croyons l'avoir établi, l'écoulement des liquides qui mouillent la substance du tube a lieu dans un tube à parois fluides, on comprendra que, le tube ayant fixé, par suite de son affinité pour le liquide en mouvement, contre ses parois, une couche de liquide, le fluide se mouvra sur une paroi liquide, et les phénomènes de mouvement observés seront, pour

ainsi dire, affranchis de la nature des parois du tube, ils ne se rapporteront qu'aux actions réciproques des molécules fluides en mouvement. Aussi les phénomènes d'écoulement offerts par les tubes inertes, en variant la nature des liquides, se retrouvent-ils, dans les tubes organisés, soit morts, soit vivants.

» Passons maintenant à l'exposition des expériences sur l'écoulement des liquides de nature différente.

Tube B; $l = 105^{mm}$; $D = 0^{mm},17$; cap. de l'amp., $29^{c.c.},3$; pres., 147^{mm} de mercure; $T = 16°$

Eau distillée et azotate de potasse.

	Durée de l'écoulement.
Eau distillée	111′ 46″
Sel : eau :: 1 : 50 (en poids)	109 20
Sel : eau :: 1 : 10	107 34

» Ainsi, la présence de l'azotate de potasse dans l'eau rend l'écoulement plus facile. Ces expériences, répétées sur un tube de diamètre beaucoup plus petit ($0^{mm},05$), donnent des résultats analogues.

Eau distillée et acétate d'ammoniaque. $T = 12°,77$.

	Durée de l'écoulement.
Eau distillée	123′ 38″
Sel : eau :: 1 : 50	122 25

» Ainsi $0^{mm},02$ d'acétate d'ammoniaque, uni à l'eau distillée, suffit pour rendre l'écoulement de $29^{c.c.}$, dans les circonstances indiquées, plus vite de 73″.

Eau distillée et alcool.

Tube D; $l = 245^{mm}$; $D = 0^{mm},36$; cap. de l'amp., $13^{c.c.},5$; pres., 140^{mm} de mercure; $T = 10°$.

	Durée de l'écoulement.
Eau distillée	8′ 43″
Alcool anhydre	11 22
Alcool : eau :: 2 : 1	22 16
Alcool : eau :: 1 : 3	24 4
Alcool : eau :: 1 : 5	20 37
Alcool : ean :: 1 : 9	14 1
Alcool : eau :: 1 : 18	11 34

» Ces expériences sur l'alcool sont extraites d'un travail que j'ai commu-

niqué à la Société Philomatique le 19 février 1842; elles démontrent que l'alcool ajouté à l'eau retarde l'écoulement.

» Dans les expériences suivantes, l'eau distillée est remplacée par du sérum.

Sérum.

Tube E; $l = 25^{mm}$; $D = 0^{mm},175$; cap. de l'amp., $30^{c.c.},75$; pression, 2020^{mm} d'eau.

	Durée de l'écoulement.
Eau distillée	37′ 4″
Sérum de l'homme, $d = 1,02875$	68 45
Sérum autre que le précédent, $d = 1,030237$	71 25

» On voit que l'écoulement du sérum exige un temps qui est presque le double de celui de l'eau distillée, et que les sérum ne coulent pas également vite; aussi la chimie nous apprend-elle que sa composition n'est pas identiquement la même.

» On ajoute au sérum précédent de l'eau distillée :

Eau : sérum :: 1 : 10; $d = 1,02645$	63 4

» Des quantités d'eau de plus en plus grandes, ajoutées au sérum, rendent ainsi l'écoulement de plus en plus vite.

Sérum et azotate de potasse.

(Pression, 2032^{mm} d'eau distillée.)

	Durée de l'écoulement.
Sérum, $d = 1,030237$	70′ 57″
Sel : sérum :: 1 : 100	68 10
Sel : sérum :: 4 : 100	65 35
Sel : sérum :: 10 : 100	63 7

» Ainsi, comme pour l'eau distillée, la présence de l'azotate de potasse dans le sérum rend l'écoulement d'autant plus facile, dans les limites indiquées, que la quantité de sel ajoutée au sérum est plus grande. Nous allons voir qu'il en est de même de l'acétate d'ammoniaque uni au sérum.

Sérum et acétate d'ammoniaque.

	Durée de l'écoulement.
Sérum, $d = 1,03174$	69′ 44″
Sel : sérum :: 4 : 100	68 34
Sel : sérum :: 12 : 100	66 12

» Si l'on ajoute de l'azotate de potasse au sérum contenant déjà de l'acétate d'ammoniaque, l'écoulement est retardé au lieu d'être accéléré, comme on aurait pu le penser d'après les résultats donnés par ces deux sels dissous isolément dans le sérum.

Sérum et alcool.

» Même tube; la pression est de 2025mm d'eau distillée. On ajoute au sérum de l'alcool à 95° de l'alcoomètre étendu de son poids d'eau, pour éviter la coagulation de l'albumine du sérum.

	Durée de l'écoulement.
Sérum, $d = 1,030237$.	69′ 46″
Alcool : sérum :: 2 : 100.	74 24

» L'alcool retarde l'écoulement du sérum, comme on l'a vu pour l'eau distillée. Dans le sérum alcoolisé précédent on fait dissoudre 0,04 d'azotate de potasse.

Le temps de l'écoulement de ce nouveau liquide est de. 69 55

» Ainsi, l'azotate de potasse peut rendre au sérum alcoolisé la vitesse du sérum primitivement employé.

» Toutes ces expériences sont extraites d'un paquet cacheté, déposé à l'Académie le 18 janvier 1841, et qui contient les phénomènes d'écoulement observés sur beaucoup d'autres substances.

2me Section. — *De l'écoulement des liquides à travers les capillaires privés de la vie.*

» Une circonstance importante, dans ces recherches, c'est de faire passer les liquides dans tous les capillaires de l'organe soumis à l'expérience; mais l'agglomération des globules du sang, dans le plus grand nombre des capillaires, s'y oppose.

» Un autre point, non moins digne d'attention, est l'imbibition des tissus parcourus par les liquides; l'effet de cette imbibition est de rendre bientôt l'organe, pour ainsi dire, imperméable; l'imbibition tient surtout à la nature du liquide dont on fait usage, par suite de l'endosmose qui s'exerce à travers les parois des vaisseaux capillaires. L'eau distillée est celui de tous les liquides qui présente à un plus haut degré cet inconvénient. Aussi, ayant répété les expériences de Hales, nous avons obtenu les plus grandes anomalies dans les résultats de l'écoulement, bien que, dans ces expériences, par suite de l'ouverture de l'intestin vers son bord libre, la section de vaisseaux plus ou moins

considérables donnât lieu à l'écoulement, non par les capillaires, mais par des artérioles de calibre plus ou moins grand. Du reste, Hales, ne pouvant tenir compte des modifications qu'introduit dans les phénomènes de l'écoulement la nature du liquide, attribuait les différences qu'il remarquait à l'action intime du liquide sur les tissus qu'il traversait. Les mêmes remarques s'appliquent aux expériences de Hales, faites avec de nouvelles substances, et rapportées dans une thèse soutenue, il y a quelques années, devant la Faculté.

» Le liquide dont nous nous sommes servi, et qui nous a offert le moins d'inconvénient, comme se rapprochant le plus du sang, est le sérum extrait du sang d'animaux domestiques, tels que le mouton, le bœuf, etc. Nous avions d'abord pensé devoir employer le sang défibriné; mais nous avons bientôt reconnu que l'écoulement devenait de plus en plus lent et cessait entièrement; cette observation nous a conduit à faire quelques expériences sur les tubes inertes; ces expériences, que nous ne rappellerons pas dans cet extrait, peuvent mettre en évidence le rôle que joue la fibrine dans la circulation, et faire interpréter les causes de la mort qui suit la diminution de la fibrine dans le sang.

» *Préparation de l'organe.* — L'animal venant de mourir par hémorragie, on injecte par l'artère principale de l'organe sur lequel on veut expérimenter, du sérum à la température ambiante, et en assez grande quantité pour chasser des capillaires tous les globules qu'ils peuvent contenir; on en est averti lorsque le sérum, revenant par la veine de l'organe, a cessé d'être rouge, a la couleur du sérum employé.

» L'organe ainsi préparé n'est point séparé du corps de l'animal, il est abandonné à lui-même jusqu'à ce qu'il soit à la température ambiante; l'artère est préparée de manière à recevoir l'extrémité inférieure du tube qui contient le liquide : ici, la pression est déterminée par le poids du liquide en mouvement; c'est une colonne de sérum d'environ 1835 millimètres de hauteur, équivalente à la pression du cœur gauche donnée par l'hémodynametre. La quantité de liquide écoulée est de 90 à 100 centimètres cubes.

EXPÉRIENCES FAITES SUR UN REIN APPARTENANT A UN CHIEN DU POIDS DE 5 A 6 KILOGRAMMES.

» On répète plusieurs fois la meme expérience, pour s'assurer du temps de l'écoulement; T = 13°, 5.

Sérum pur.

	Durée de l'écoulement.
1re Expérience.	3′ 9″
2e Expérience.	3 8
3e Expérience.	3 8

Même sérum contenant de l'acétate d'ammoniaque.

Sel : sérum :: 1 : 75 (en poids.)

4e Expérience.	2′49″
5e Expérience.	2 37
6e Expérience.	2 37

» La présence de l'acétate d'ammoniaque dans le sérum rend donc l'écoulement plus rapide à travers les tubes organisés, comme dans le cas de tubes de verre. Le temps de la 4e expérience est de 2′ 49″; cette durée est moindre que pour le sérum, mais elle est plus grande que celle des 5e et 6e expériences, parce que les vaisseaux de l'organe contenaient encore du sérum pur; ce n'est qu'après que ce sérum a été chassé, que l'acétate manifeste entièrement sa présence: la 4e expérience sert de passage entre la 3e et la 5e.

CUISSE APPARTENANT A UN CHIEN DU POIDS DE 6 KILOGRAMMES; T = 11°,75.

(L'appareil est mis en rapport avec l'artère crurale.)

Sérum pur.

	Durée de l'écoulement
1re Expérience.	1′ 2″
2e Expérience.	1 3
3e Expérience.	1 2

Sérum précédent et azotate de potasse.

Sel : sérum :: 1 : 100.

4e Expérience.	0′53″
5e Expérience.	0 50
6e Expérience.	0 50
7e Expérience.	0 50

» L'azotate de potasse rend donc aussi l'écoulement plus facile dans les capillaires, comme dans les tubes inertes. On répète ces expériences sur l'autre cuisse, et l'on obtient les mêmes résultats.

CUISSE APPARTENANT A UN CHIEN DE 5 KILOGRAMMES, T = 12°,5.

Sérum pur.

	Durée de l'écoulement.
1re Expérience	1′ 9″
2e Expérience	1 10
3e Expérience	1 9

Même sérum et alcool à 95° de l'alcoomètre, étendu de son poids d'eau distillée.

Alcool : sérum :: 1 : 100.

4e Expérience	1′ 17″
5e Expérience	1 21
6e Expérience	1 22

» L'alcool ajouté au sérum retarde donc aussi l'écoulement dans les capillaires.

FOIE DU MÊME ANIMAL.

(On se place dans l'artère hépatique.)

Sérum pur.

	Durée de l'écoulement
1re Expérience	4′ 57″
2e Expérience	4 56
3e Expérience	4 56

Même sérum et azotate de potasse.

Sel : sérum :: 1 : 100.

4e Expérience	4′ 50″
5e Expérience	4 35
6e Expérience	4 30
7e Expérience	4 30

» Même conclusion que pour la cuisse précédente.

» De toutes ces expériences, il résulte que les phénomènes divers d'écoulement, provoqués par les substances dont on a fait usage, se reproduisent aussi bien dans les tubes organisés privés de la vie que dans les tubes inertes, sans qu'il soit nécessaire de supposer qu'il s'exerce une action particulière du liquide sur les tissus qu'il parcourt. Nous allons voir dans les expériences suivantes, faites sur les animaux vivants, que les propriétés vitales si souvent

invoquées ne jouent pas un rôle moins obscur, toutes choses égales d'ailleurs; de sorte qu'on ne pourra attribuer qu'aux propriétés physiques des liquides en mouvement, les phénomènes observés.

3me Section. — *Du passage des liquides dans les capillaires vivants.*

» J'ai suivi dans ces recherches le mode expérimental employé, il y a quelques années, par M. Héring, mais dans un but tout spécial: il consiste à injecter dans l'une des veines jugulaires un sel (le prussiate ferruré de potasse, par exemple) dont la présence dans le sang puisse être facilement reconnue à l'aide de réactifs, et à examiner le sang tiré de la veine jugulaire opposée; il est évident, d'après nos connaissances anatomiques et physiologiques, que le sel recueilli dans cette dernière veine, aura passé par les cavités droites du cœur, l'artère pulmonaire, les capillaires du poumon, les veines pulmonaires, le cœur aortique, l'aorte ascendante et les capillaires des organes d'où naissent les branches qui se rendent à cette veine. Le temps qui se sera écoulé entre le moment de l'introduction du sel dans l'une des jugulaires, et le moment de sa présence dans la jugulaire opposée, déterminera le temps que met une molécule de sang à parcourir le trajet qui vient d'être indiqué. Nous avons donc injecté dans l'une des jugulaires les substances dont les phénomènes d'écoulement nous occupent, en les unissant à l'hydrocyanate ferruré de potasse, et nous avons déterminé le temps que mettait le sel à passer d'une jugulaire à l'autre sous l'influence de chacune de ces substances.

» Or nous savons que telle substance introduite, en certaine quantité, dans les veines d'un animal, agit sur le cœur de manière à doubler, tripler même l'intensité de ses contractions, ainsi qu'on l'a démontré sur un chien, au Collége de France, pour le café, un hémodynamètre ayant été appliqué à la carotide de l'animal; au contraire, telle autre substance, comme l'opium par exemple, fait tomber la colonne de mercure de l'hémodynamètre de 152^{mm} à 64 millimètres : dans le premier cas, la vitesse du sang dans les capillaires est augmentée; dans le second elle est diminuée. Il était donc indispensable, avant de passer aux expériences indiquées, de s'assurer si les substances introduites dans le système circulatoire, eu égard à leur quantité, modifiaient d'une manière appréciable l'intensité de contractions du cœur aortique.

» On a d'abord déterminé, à l'aide de l'hémodynamètre, la pression du cœur gauche, sur des chiens de 4 à 5 kilogrammes; et, l'instrument étant toujours en rapport avec la carotide, on a injecté dans l'une des veines jugulaires de chaque animal l'un des liquides suivants, qui n'altèrent par la fluidité, soit

du sérum, soit du sang défibriné : 1° $0^{gr},15$ d'hydrocyanate ferruré de potasse, dissous dans 10 grammes d'eau distillée; 2° $0^{gr},10$ d'hydrocyanate ferruré de potasse dissous dans 2 grammes d'eau, et unis à 8 grammes d'alcool à 40 degrés de l'alcoomètre; 3° $0^{gr},10$ de prussiate ferruré de potasse, $0^{gr},10$ d'azotate de potasse, dissous dans 10 grammes d'eau distillée; 4° $0^{gr},10$ de prussiate ferruré de potasse, $0^{gr},60$ d'acétate d'ammoniaque, dissous dans 10 grammes d'eau distillée; et, dans chaque expérience, la colonne de mercure de l'hémodynamètre n'a pas été sensiblement différente de ce qu'elle était avant l'injection du liquide dans la veine jugulaire. D'ailleurs les quantités de substances employées sont, pour les chiens, plus considérables, proportionnellement aux poids des animaux, que celles dont on a fait usage pour les chevaux.

» On a d'abord déterminé ce que nous appellerons, pour fixer les idées, la vitesse de la circulation à l'état normal, c'est-à-dire le temps que met le sang à passer d'une jugulaire à l'autre, sous l'influence de l'hydrocyanate ferruré de potasse; nous avons procédé ainsi qu'il suit.

» Après avoir noté le nombre des pulsations du cœur et celui des inspirations, le cheval étant très-calme, debout, et maintenu par un simple licou, on fait avec la *flamme* une saignée à chacune des jugulaires; on agrandit à l'aide d'un bistouri l'ouverture de l'une des saignées, de manière à atteindre la veine, et y introduire le bout d'un entonnoir de 600 centimètres cubes de capacité, formé d'une allonge droite, terminée inférieurement par un tube en cuivre légèrement recourbé et portant un robinet; c'est le liquide contenu dans cet entonnoir qui est introduit, par sa pression, dans la veine jugulaire; ce liquide se compose ici de 5 grammes d'hydrocyanate ferruré de potasse, dissous dans 450 grammes d'eau distillée et à la température de 38 à 40 degrés. Dès que l'entonnoir est placé dans l'une des jugulaires et maintenu dans une position verticale, on s'assure si le sang peut jaillir facilement de l'autre veine; cela posé, on ouvre le robinet de l'entonnoir, le liquide passe dans la veine; et au même moment, on recueille du sang de la jugulaire opposée, dans des vases ou *récipients* préalablement numérotés, dont la capacité est de 20 à 25 centimètres cubes, en suivant leur ordre numérique, et cela avec toute la diligence possible : en même temps une personne, munie d'un chronomètre, note le temps qu'a mis à s'écouler le liquide de l'entonnoir, et le moment où chaque récipient se trouve rempli de sang. L'expérience terminée, on ferme l'ouverture faite aux jugulaires, et l'animal est aussi calme après qu'avant l'expérience, le pouls et les mouvements respiratoires n'offrent aucun changement; cet état de calme que le cheval présente ordinairement, est une des conditions sans laquelle le succès de l'expérience serait compromis; aussi cet

animal est-il précieux pour ces sortes de recherches. Le lendemain de l'expérience, on examine le sérum du sang contenu dans chaque récipient, à l'aide d'une solution acide de perchlorure de fer dans l'eau distillée, en suivant exactement l'ordre dans lequel le sang a été recueilli, et le temps correspondant au premier des récipients qui contient le prussiate de potasse, est aussi le temps qu'a mis le sang à passer d'une jugulaire à l'autre, en parcourant le trajet décrit ci-dessus; c'est alors la vitesse normale de la circulation.

» Le lendemain, on prend le même cheval, on injecte pareille quantité de prussiate ferruré de potasse, accompagné de l'une de nos substances, avec le soin de donner au liquide injecté le même volume que la veille, et on procède tout à fait de la même manière qu'il vient d'être dit : toutes les circonstances, dans les deux expériences, étant les mêmes, si dans la seconde la vitesse de la circulation est différente, on ne peut attribuer ce résultat qu'à la présence de la substance qui accompagne le prussiate de potasse.

» Nous allons seulement rapporter les résultats obtenus sur douze chevaux.

» 1re *Expérience.* Cheval entier, sous poil rouan, limonier, âgé de 7 ans, affecté de morve chronique; 48 pulsations et 13 inspirations par minute: animal très-calme.

» Injection de 5 grammes d'hydrocyanate ferruré de potasse, dissous dans 450 grammes d'eau distillée.

» La vitesse de la circulation est de 25 à 30 secondes.

» 2e *Expérience,* faite vingt-quatre heures après sur le même cheval.

» Injection de 5 grammes d'hydrocyanate ferruré de potasse et de 25 gram. d'acétate d'ammoniaque à 5° de Baumé, dans 425 grammes d'eau distillée.

» La vitesse de la circulation est alors de 18 à 24 secondes.

» 3e *Expérience,* faite sur le même cheval, quatre jours après la précédente.

» Injection de 5 grammes d'hydrocyanate ferruré de potasse, dissous dans 100 grammes d'eau distillée, unis à 350 centimètres cubes d'alcool à 40 degrés de l'alcoomètre.

» La vitesse de la circulation est ici de 40 à 45 secondes.

» Ainsi la présence de l'alcool dans le sang retarde la circulation au sein des capillaires vivants, comme il arrive quand on unit cette substance au sérum du sang, soit qu'il s'agisse des tubes de verre, ou des capillaires privés de la vie.

» Les mêmes remarques s'appliquent à l'acétate d'ammoniaque employé dans la deuxième expérience; la présence de ce corps accélère la circulation capillaire.

» Ces expériences, répétées sur un cheval bai de 14 ans, et sur un autre de 11 ans, nous donnent des résultats analogues.

» 9e *Expérience.* Cheval anglais, 11 ans, 40 pulsations et 11 inspirations par minute.

» Injection de 5 grammes d'hydrocyanate ferruré de potasse, dissous dans 450 grammes d'eau distillée.

» La vitesse de la circulation normale est de 30 à 34 secondes.

» 10e *Expérience,* faite sur le même cheval, vingt-quatre heures après la précédente.

» Injection de 5 grammes d'hydrocyanate ferruré de potasse, unis à 4 grammes d'azotate de potasse, dissous dans 450 grammes d'eau distillée.

» La vitesse de la circulation, sous l'influence de l'azotate de potasse, est de 20 à 25″.

» Ainsi ce sel accélère la circulation dans les capillaires vivants, comme dans le cas des tubes inertes et des capillaires privés de la vie.

» Ces dernières expériences, répétées sur un cheval flamand âgé de six ans, donnent des résultats semblables.

» Les expériences que nous venons de rapporter démontrent l'action de l'alcool, de l'acétate d'ammoniaque et de l'azotate de potasse sur la circulation capillaire dans l'animal vivant. Il n'est point ici question des effets primitifs et consécutifs qui suivent leur introduction dans le corps, par les voies digestives : dans un travail où nous traiterons de l'action de ces substances sur l'économie animale, ces derniers phénomènes trouveront naturellement leur place à côté de ceux qu'on vient de faire connaître. Nous nous sommes proposé de constater surtout ici, que les phénomènes d'écoulement offerts par certains corps dans les tubes inertes se reproduisent aussi dans les capillaires morts et dans les capillaires vivants.

» La similitude que nous venons d'établir, et qui tient à ce que l'écoulement des liquides dans les tubes de petits diamètres a lieu dans un canal à parois fluides, n'exclut en aucune manière l'action spéciale qui doit s'exercer entre les molécules du liquide en mouvement et les tissus vivants ; nous dirons même qu'il est très-probable que l'effet de cette action, tout inconnue qu'elle soit, varie avec la masse du liquide qui traverse les vaisseaux ; car on sait qu'un organe est modifié dans ses fonctions, toutes choses égales d'ailleurs, lorsque la quantité de sang qu'il reçoit devient plus ou moins grande que celle qui le parcourt dans l'état normal. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Observations à l'occasion d'un Mémoire de* M. **Mandl**, *sur la structure intime des os, présenté dans la séance du* 26 *décembre* 1842. (Extrait d'une Lettre de M. **Doyère**.)

(Commission précédemment nommée pour diverses communications relatives à l'ostéogénie.)

« M. Mandl, dans la partie rendue publique du travail qu'il a présenté à l'Académie le 26 décembre dernier, contredit sur trois points importants celui auquel j'ai eu l'honneur de participer avec M. Serres.

» Suivant lui,

» 1°. Les apparences que, pour employer un mot qui ne préjuge rien sur leur nature, j'appellerai ici, avec M. Serres, les *ostéoplastes*, ne sont pas dans l'os sec des cavités, des lacunes vides; il les appelle encore des corpuscules osseux;

» 2°. Les os de pigeons sont colorés dans toute l'étendue de leur tissu; il en est de même des os de mammifères pour toute la portion de ces os dont la couleur n'est pas *peu intense;*

» 3°. Enfin les ostéoplastes participent à la coloration que détermine dans les os le régime de la garance.

» Telles me paraissent être, en très-peu de mots, les opinions de M. Mandl; le besoin d'être court et précis m'empêche seul de les citer textuellement avec tout le développement qu'il leur a donné. Voici maintenant les réponses que j'y puis faire.

» I. Les bulles d'air peuvent disparaître dans l'huile; car l'huile absorbe les gaz; car on voit l'air disparaître dans l'huile toutes les fois qu'on l'y observe en bulles assez petites pour que cette absorption n'exige pas un temps très-long; car enfin on y voit diminuer de volume les bulles même d'un diamètre beaucoup plus considérable.

« Les huiles, dit M. Berzélius, se comportent avec les gaz comme les liquides en général; elles les absorbent et les reçoivent dans leurs pores, d'où ils sont déplacés par d'autres gaz, par l'action de la chaleur ou par le vide; mais comme elles sont moins fluides, l'absorption, de même que le dégagement des gaz, s'y fait très-lentement. » Ce passage si précis n'est d'ailleurs que le résumé, en ce qui concerne les huiles grasses, des grandes recherches qui ont été faites au commencement de ce siècle, sur l'absorption des gaz par les liquides en général. Les travaux de MM. Dalton et de Saussure, les théories et les discussions auxquelles ces travaux ont donné lieu, sont connus de tous les physiciens. Les huiles sont au nombre des liquides mis

par eux en expérimentation; l'oxygène et l'azote font partie des gaz dont les coefficients d'absorption ont été rigoureusement déterminés. N'est-il pas permis, après cela, de s'étonner de la légèreté avec laquelle M. Mandl dit, comme en passant : « S'il pouvait rester quelque doute sur l'erreur que nous signa- » lons, il serait levé par cette simple réflexion qu'une bulle d'air plongée » dans un bain d'huile ne peut pas disparaître. »

» M. Mandl ajoute : « Ce qui se passe à l'œil nu dans les conditions annon- » cées doit nécessairement se passer de la même manière sous le micros- » cope; » argument au moins fort singulier; car M. Mandl, pour rendre complétement la pensée contenue dans ce passage, aurait dû dire : « Ce qui » ne se voit pas *à l'œil nu* ne peut pas se voir sous le microscope; la diminu- » tion que, *à l'œil nu,* nous ne saisissons pas dans des bulles très-grandes, » nous ne la pourrons pas saisir davantage à l'aide d'un grossissement puis- » sant et d'un micromètre; et si des bulles très-grandes ne peuvent pas s'ab- » sorber complétement dans un temps assez court, il en sera nécessairement » de même pour des bulles très-petites. » Or, tout le monde sait que celles-ci sont plus absorbables que les premières, comme ayant une surface plus étendue relativement à leur volume; car les volumes croissent comme les cubes, tandis que les surfaces croissent seulement comme les carrés des diamètres.

» M. Mandl dit enfin : « C'est, du reste, ce que tout le monde pourra con- » stater, en soumettant à l'observation microscopique et dans un bain d'huile » un objet quelconque rempli d'air, etc. » Or cette expérience est précisément celle à laquelle nous en eussions appelé pour prouver l'absorption des bulles gazeuses; ceux qui la répéteront avec soin constateront :

» 1°. L'absorption complète des bulles comparables par leur volume aux ostéoplastes et aux canaux qui les unissent, c'est-à-dire d'un centième de millimètre en diamètre et au-dessous. Le tissu poreux qui convient le mieux est un simple fragment de papier joseph sur lequel on laisse tomber une goutte d'huile. L'absorption est d'autant plus rapide que les bulles sont plus petites; il est bon d'en observer plusieurs à la fois, afin de voir disparaître les premières celles qui sont dans les conditions les plus favorables.

» 2°. La diminution de volume de bulles beaucoup plus grosses. Cette diminution est même assez rapide pour les bulles libres dans une huile très-visqueuse, à cause du renouvellement des couches liquides pendant que ces bulles s'élèvent à la surface. Pour en suivre facilement les progrès, il est bon d'employer un oculaire micrométrique (1).

---

(1) Oculaire portant à son foyer un centimètre divisée en cent parties.

» L'air s'absorbe donc, et des bulles très petites de ce fluide peuvent diparaître dans l'huile. J'ajoute que ce sont de semblables bulles qui produisent dans les ostéoplastes les apparences que M. Mandl déclare y avoir observées comme nous.

» Notre opinion s'est appuyée :

» D'abord sur la belle couleur blanc d'argent mat ou brillant si familière à tous ceux qui ont observé sous l'eau des trachées d'insectes. Pour la voir dans les ostéoplastes, il suffit de les observer dans un vernis et à l'aide d'une lumière réfléchie ;

» Puis sur l'étude de ces prétendus corpuscules considérés comme lentilles réfringentes. Il est facile de s'assurer en effet que, vues dans un vernis, dans l'huile et même dans l'eau, ce sont des lentilles sphériques très-puissantes et divergentes, puisqu'elles ont leurs foyers conjugués d'un même côté. Or, c'est là un rôle que l'on ne peut attribuer à aucun corps solide ou liquide, et qu'un gaz seul peut jouer dans les circonstances dont il s'agit.

» Je ne puis quitter ce sujet avant que d'avoir réclamé contre une erreur d'observation qui nous est imputée. Nous n'avons dit nulle part que les *corpuscules* et les *lignes qui les unissent* disparaissent lorsqu'ils sont envahis par l'huile, mais bien que l'on voit disparaître les *lignes noires dues à la présence du gaz* dans les canalicules ostéoplastiques, et les *bulles d'air contenues* dans les ostéoplastes eux-mêmes.

» II. Je passe maintenant au second point, et c'est pour maintenir l'exactitude de tout ce que nous avons avancé. La coloration commence par la couche très-mince de tissu osseux qui est en contact immédiat, ou avec le périoste, ou avec un vaisseau sanguin; elle progresse dans le tissu osseux par simple pénétration, et, comme dans les os teints artificiellement, au delà d'une profondeur excessivement faible, le tissu reste absolument incolore. Je joins à cette lettre quelques préparations d'os de pigeons; et j'ai choisi cette espèce parce que M. Mandl déclare que chez ces animaux, la partie centrale creuse des canalicules reste seule incolore, même après un régime de vingt-quatre heures de durée seulement. Ces préparations proviennent d'animaux qui ont eu depuis dix-sept heures jusqu'à six jours de régime.

» Je dois signaler ici, toutefois, un passage que M. Mandl se fût cru dans l'obligation de citer s'il en eût compris la portée. Après avoir dit : « Nous ne » croyons pas pouvoir évaluer en moyenne l'épaisseur de la couche colorée » à plus de $\frac{1}{100}$ à $\frac{2}{100}$ de millimètre, » et avoir ajouté en note : « Nous ne met- » tons cependant pas en doute que cette couche ne puisse atteindre le double

» de l'épaisseur que nous lui assignons, et même davantage, » nous avons ajouté :

« Et comme la distance des canalicules entre eux est généralement plus » grande que le double de cette quantité, il est évident que, même dans la » virole osseuse dont la coloration apparente est la plus intense, la majeure » partie du tissu osseux sera demeurée blanche. »

» Il me semble résulter assez nettement de ces paroles que les couches colorées de deux canalicules voisins peuvent se rencontrer, cas auquel les deux canalicules ne seront plus séparés par un espace incolore. Ce fait s'observe surtout au voisinage du périoste; mais il est au moins fort douteux qu'il puisse avoir jamais lieu dans toute l'étendue de l'os et produire la coloration de tout le tissu; je ne l'ai jamais vu. Cependant je n'essayerai pas d'attribuer les assertions de M. Mandl à une erreur quelconque : l'étude seule des pièces dont il s'appuie pourrait me le permettre.

» III. Je serai beaucoup plus affirmatif relativement au troisième point. M. Mandl a été ici trompé par une de ces illusions auxquelles le microscope expose si fréquemment, que l'art de s'en garantir est devenu en quelque sorte la condition première de l'usage de ce puissant et désormais indispensable instrument; oui, M. Mandl a vu les ostéoplastes colorés et même colorés d'une teinte assez vive; mais ce n'est là qu'un effet optique auquel contribue probablement la diffraction et l'achromatisme imparfait des lentilles: on l'observe, dans les os incolores, aussi vive que dans les os colorés; elle borde les fragments d'os, et remplit les fentes accidentelles de petits copeaux que l'on détache avec le scalpel pour les soumettre au microscope; elle n'est pas moins visible autour des fibres végétales, ou des corps transparents ou semi-transparents les plus étrangers par leur nature aux tissus osseux; elle augmente avec la lumière éclairante; certaines lentilles très-achromatiques l'affaiblissent beaucoup, la font même disparaître à une lumière faible; il en est de même de l'appareil d'éclairage important que nous devons à M. Dujardin; en un mot, c'est une illusion dont il ne faut pas tenir plus de compte que des irisations si brillantes que détermine la lumière directe des rayons solaires. »

Observations de M. Serres.

Après la lecture de la Lettre de M. Doyère, M. Serres prend la parole et dit :

« L'Académie n'a pas oublié que j'ai répondu aux objections de M. Mandl immédiatement après l'analyse qui fut faite de son travail, en insistant sur les corpuscules que j'ai nommés *ostéoplastes*, dans mes recherches sur les lois de l'ostéogénie.

» Mais, à la suite de ma réponse, M. le président m'ayant nommé membre de la Commission chargée d'en faire l'examen et d'en rendre compte à l'Académie, j'ai cru devoir m'abstenir d'insérer ce que j'avais dit dans le *Compte rendu* de nos séances. Ce silence me parut en effet dans les devoirs et les convenances d'un Commissaire qui se trouvait par le fait juge et partie.

» D'après cela, je n'ai pas besoin d'ajouter que je suis étranger à la Lettre qui vient d'être lue, et que je n'en ai connaissance que par la communication qui vient d'en être faite à l'Académie par M. le secrétaire perpétuel. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'agriculture de l'ouest de la France, considérée spécialement dans le département de Maine et-Loire; par* M. **Leclerc-Thouin.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. de Silvestre, de Gasparin, Babinet.)

« Après avoir rappelé la position géographique et recherché rapidement quelle influence l'état ancien du pays, sous le double point de vue de sa position territoriale et des coutumes qui le régissaient, peut encore exercer sur sa situation agricole à l'époque présente, j'ai examiné successivement pour chaque arrondissement la nature et la qualité du sol de chacun d'eux; tel est l'objet du premier chapitre. Dans un second, j'ai traité du climat dans ses rapports directs avec le choix des végétaux cultivés, l'adoption des systèmes d'assolement et les procédés de culture; dans un troisième, des voies de communication, sans lesquelles la fécondité de la terre et l'heureuse influence du climat seraient encore aujourd'hui des éléments inutiles d'une richesse longtemps restée comme ensevelie au milieu des sentiers étroits et des chemins inabordables de la plupart des régions occidentales. Dans un quatrième, je me suis attaché à faire bien connaître non-seulement le chiffre total de la population, la manière dont elle est répartie sur le territoire angevin et les conséquences agronomiques qui en dérivent impérieusement, mais l'état physique comparé des classes industrielles et fermières, leur état moral, le degré actuel de leur instruction.

» J'ai noté, dans le chapitre suivant, l'étendue, l'état actuel des terrains communaux, les divers modes adoptés par les administrations locales pour en tirer parti; les entraves que le parcours et les autres charges passives apportent encore aux améliorations en limitant le droit de propriété.

» Le chapitre VII comprend tout ce qui a trait au mode de jouissance du sol. Il indique le nombre relatif des propriétaires qui font valoir directe-

ment, de ceux qui afferment à partage de fruits ou de ceux qui louent à prix d'argent. Il énumère les conditions diverses du métayage selon les lieux, l'augmentation de richesse du sol et les progrès de la culture; celles du fermage dans leurs rapports avec les obligations mutuelles des parties contractantes; la durée des baux; les clauses restrictives destinées à empêcher l'abus de la part du preneur; les clauses d'amélioration; celles du payement en argent, en denrées, en corvées; celles de renouvellement ou de sortie.

» Le chapitre VIII traite en deux paragraphes distincts des bâtiments ruraux considérés d'abord en eux-mêmes dans leur construction, puis dans leur disposition et leurs rapports avec les diverses branches de l'exploitation. Le chapitre IX, de l'étendue, de la topographie, de la subdivision parcellaire et de la circonscription des propriétés. Le chapitre X, de l'état général de fortune des cultivateurs; des capitaux qu'ils possèdent ou qu'ils devraient posséder et des intérêts qu'ils en retirent ou qu'ils devraient en retirer annuellement. Le chapitre XI, des relations qui existent, d'une part, entre les propriétaires et les fermiers, de l'autre, entre les fermiers et leurs domestiques ou journaliers; du prix du travail, de sa répartition entre les hommes, les femmes et les enfants; des émigrations de travailleurs; du régime des populations rurales, de leurs habitations, de leurs vêtements et de leur nourriture. Le chapitre XII, des instruments et des machines diverses qui ont pour but l'exploitation directe du sol, la culture, les récoltes et la conservation des produits.

» Après avoir décrit les instruments de labour, je n'ai pas hésité à consacrer un chapitre entier aux façons générales de préparation du sol, qui acquièrent une importance toute particulière, sous le point de vue économique et physiologique, dans un pays où la grande culture est, à chaque pas, en présence de la petite.

» Sous le titre d'*engrais,* j'ai noté d'abord quels sont ceux que l'on produit sur chaque ferme; ceux que l'on est dans l'usage d'acheter au dehors. Sous le titre d'*amendements,* j'ai parlé des matières minérales dont l'action vient puissamment en aide à celle des fermiers, sans toutefois jamais les remplacer. Sous le titre de *compostes,* j'ai fait connaître les mélanges de substances organiques et inorganiques qui jouent, dans cette localité, un rôle d'une très-grande importance. Enfin, j'ai recherché quelle est la production moyenne d'engrais par tête de bétail et par hectare, pour chaque ferme, pour chaque mode d'assolement, la manière dont on l'emploie, et la quantité qu'on en attribue aux diverses cultures.

» Le chapitre XV, c'est-à-dire celui des assolements, est le dernier qui se rapporte aux généralités. J'ai cru, malgré la lenteur et les fatigues d'un travail qui ne pouvait s'achever sans un dépouillement minutieux du cadastre, devoir indiquer les rapports d'étendue qui existent dans chaque arrondissement, ou plutôt dans chaque canton cultural, entre les terres labourables et les propriétés imposables; entre les prairies, les pâturages et les terres imposables d'une part, les terres labourables seulement de l'autre; entre les fourrages artificiels et les diverses cultures des terres labourables. Pour donner une idée exacte de l'importance réelle qu'on attache sur les divers points du département aux différentes natures de produits, j'ai mis en regard les évaluations des répartiteurs communaux, qui sont, à cet égard, les juges les moins récusables. Enfin, j'ai traité avec détail des systèmes d'exploitation adoptés, et des principales rotations suivies.

» Après avoir ainsi passé en revue les faits principaux de la culture d'ensemble, je pouvais aborder les détails des cultures spéciales, parler du froment et des autres céréales, des plantes oléagineuses, des plantes textiles, des plantes fourrageuses naturelles et artificielles, des racines, etc. A propos de chacune d'elles, je me suis efforcé de faire bien connaître les espèces ou les variétés cultivées; leurs qualités particulières, la place qu'elles occupent isolément dans les assolements; les conditions de leur culture, de leur récolte, de leur conservation; les détails des frais de semis et d'entretien qu'elles occasionnent, et des bénéfices qu'elles rapportent.

» La vigne occupe, en Maine-et-Loire, d'assez vastes espaces; sa culture est extrêmement variée. Je l'ai décrite pour chaque localité principale.

» J'ai consacré, 1° un chapitre aux arbres à fruits comestibles ou oléagineux qui ont sur tel ou tel arrondissement une importance plus que jardinière, tels que les noyers, les châtaigniers, les pommiers; 2° un autre au mûrier, dont les plantations semblent reprendre faveur, notamment dans le Saumurois, où du reste elles n'ont jamais complétement cessé.

» Les cultures forestières comprennent, en six paragraphes, le choix des diverses essences; leur évaluation cadastrale comparée; leur multiplication; leur transplantation; les soins d'entretien qu'on accorde aux bois; la manière dont on les aménage et les produits qu'on en retire communément. Elles terminent la partie du travail relative à la production végétale.

» Dans la seconde partie, je me suis occupé d'abord de l'étude des espèces et des races; de recherches sur l'histoire récente du cheval angevin, ses caractères, ses usages, l'état de ses croisements et le chiffre actuel de sa

production; de recherches analogues sur les animaux de l'espèce bovine, de l'espèce porcine, de l'espèce ovine; j'ai indiqué plus loin quels sont, sur les différents points du département, les animaux qu'on utilise pour le travail, les causes qui les font préférer, les manières dont on les emploie; puis j'ai passé successivement en revue tous les animaux de rente, tracé la partie purement technique de leur éducation, de leur engraissement, et fait enfin ressortir les rapports qui existent entre leur multiplication et l'économie de la ferme ou de la contrée.

» Il ne me restait plus qu'à parler des principales branches industrielles qui se rattachent directement à l'agriculture; je l'ai fait à propos de la fabrication du vin, du cidre, des huiles, du beurre, comme je l'avais fait à d'autres occasions, à propos des filasses, de la chaux, etc. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Appareil régulateur destiné à retarder la marche des waggons sur les chemins de fer, dès que cette vitesse tend à dépasser un maximum fixé d'avance.* Note de M. **Holker.**

(Commission des chemins de fer.)

M. **Dufrénoy** présente, de la part de M. **Thenard**, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, de nouvelles observations sur le système d'enrayage subit et spontané des waggons lancés avec une grande vitesse.

Ces observations ont pour but de montrer la différence du système de M. Thenard avec plusieurs autres qui ont quelque analogie avec le sien, et surtout d'établir d'une manière certaine ses droits à la priorité de cette invention, droits qui avaient été contestés par le journal intitulé *Moniteur des Chemins de Fer.*

La Note de M. Thenard est renvoyée à la Commission des chemins de fer.

HYDRAULIQUE AGRICOLE. — M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse un Mémoire de M. **Felip**, ancien notaire, intitulé : *Observations sur la reproduction des eaux par l'effet des irrigations dans le département des Pyrénées-Orientales.*

Ce Mémoire a été renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Elie de Beaumont, Boussingault, de Gasparin.

Les Commissaires nous ayant paru croire qu'il leur sera possible de rendre compte très-prochainement du curieux travail de M. Felip, nous attendrons leur Rapport pour en parler.

M. **Ducros** adresse une suite à ses précédentes communications sur l'*action de l'électricité dans les cas d'empoisonnement.*

(Commission précédemment nommée.)

M. **Knecht** adresse une Note concernant la *gravure en relief sur pierre*, Note qui contient quelques renseignements historiques sur ce procédé, dont les premiers essais ont été faits par Senefelder, et des considérations sur les applications qu'on en peut faire pour les papiers de sûreté.

(Commissions des encres et papiers de sûreté.)

M. le baron **Blein** demande que la Note adressée par lui dans la séance du 26 décembre soit renvoyée à une Commission déjà chargée de l'examen d'une de ses précédentes communications également relative à des questions d'acoustique.

La Lettre de M. Blein renferme de nouveaux rapprochements entre les ondulations sonores et les ondulations lumineuses.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, qui se compose de MM. Biot et Babinet.)

M. **Boulanger** présente la description et le modèle d'un appareil qu'il croit pouvoir être employé utilement pour la *direction des aérostats.*

(Commissaires, MM. Coriolis, Poncelet, Piobert.)

CORRESPONDANCE.

M. **de Humboldt** transmet à l'Académie une Notice très-intéressante que M. *de Kokcharoff*, officier du Corps impérial des Mines, qui a accompagné l'expédition de MM. Murchison et de Verneuil à l'Oural, a bien voulu traduire des journaux russes. La plus grande pépite, ou masse d'or natif trouvée jusqu'ici dans les monts Oural, avait un poids de 10 kilo-

grammes (24 livres russes et 69 zolotniks, 10^{kil},113). Le Jardin des Plantes en possède un modèle, en plâtre doré, dans ses collections. La pépite d'or massif, trouvée le 7 novembre 1842, pèse presque quatre fois autant.

36^{kil},017 ou 2 pouds, 7 livres russes et 92 zolotniks.

Voici les circonstances de cette découverte, d'après la Notice de M. de Kokcharoff:

« Dans les alluvions aurifères de Miask, dans la partie méridionale de l'Oural, pente asiatique, les mines de Zarevo-Nicolaefsk et de Zarevo-Alexandrovsk ont déjà fourni plus de 6500 kilogrammes d'or. C'est dans ces mêmes alluvions qu'en 1826 la grande pépite de 10 kilogrammes, et plusieurs autres d'un poids de 4 et 6 $\frac{1}{2}$ kilogrammes, ont été trouvées à une profondeur de peu de pouces sous le gazon. Dès l'année 1837, les mines de Nicolaefsk et d'Alexandrovsk semblaient épuisées, et l'on tenta de nouvelles explorations dans le voisinage, surtout le long du ruisseau Tachkou-Targanka. On réussit très-bien dans cette plaine marécageuse, et déjà au commencement de l'année 1842 toute la vallée avait été exploitée, à l'exception de la seule partie occupée par les usines de lavage d'or. Pendant l'été de 1842, on résolut de démolir les édifices des usines; on trouva des sables d'une richesse immense, et enfin, sous l'angle même de l'usine, à une profondeur de 3 mètres, la *pépite monstre,* du poids de 36 kilogrammes. Elle est déjà placée dans les collections du corps des mines, à Saint-Pétersbourg.

» Selon les notions données par M. de Humboldt dans le troisième volume de son *Examen critique de la Géographie du Nouveau-Continent,* page 330, la masse d'or trouvée dans l'Oural en 1826 était inférieure en poids à la pépite trouvée en 1502 dans les alluvions d'or de l'île d'Haïti, inférieure surtout à la pépite découverte en 1821 aux États-Unis, dans le comté d'Anson (monts Alleghanys, dans la Caroline du Nord), décrite par M. Köhler, élève de l'École des Mines de Freiberg.

» La pépite de Miask, trouvée il y a quinze ans, pèse 10^{kil},113; celle du comté d'Anson, 21^{kil},70; celle trouvée à Haïti, en 1502, dans les lavages d'or du Rio-Hayna, pépite si célèbre du temps de la *Conquista,* et tombée au fond de la mer dans le même naufrage où périrent Bobadilla, Roldan et le cacique belliqueux Guarionex, 14 à 15 kilogrammes.

» Or la masse d'or natif trouvée en novembre 1842, dans des couches d'alluvion reposant sur la diorite, surpasse plus de deux fois le poids du *grano de oro* d'Haïti; elle pèse 36 kilogrammes.

» Tel est le prodigieux accroissement du produit d'or de lavage en Russie,

surtout en Sibérie, à l'est de la chaîne *méridienne* de l'Oural, que, d'après des renseignements très-précis, le produit total de l'or se sera élevé pendant tout le courant de l'année 1842, à 16 000 kilogrammes (970 pouds = 15988 kilogrammes), dont la Sibérie seule, à l'est de l'Oural, a fourni plus de 7800 kilogrammes (479 pouds = 7846 kilogrammes). »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur la théorie des machines à vapeur de Cornouailles, à simple effet, et sur les conditions propres à leur faire produire leur maximum d'effet utile; par* M. DE PAMBOUR.

« Les formules présentées dans ma Note du 26 décembre dernier donnent le moyen de calculer, soit la vitesse, soit la charge, soit la vaporisation, soit enfin l'effet utile d'une machine de Cornouailles, à simple effet, dont toutes les données diverses sont connues. Mais, parmi ces données, il y en a de deux sortes : les unes invariables, ou indépendantes du conducteur de la machine, comme le diamètre du cylindre, la course du piston, le frottement de la machine, la pression de la vapeur dans la chaudière, la pression dans le condenseur et la liberté du cylindre; et les autres, au contraire, dépendantes de sa volonté, et variables dans certaines limites, savoir, la vaporisation, la charge du piston, la vitesse du mouvement, la course d'équilibre ou portion de course parcourue par le piston pendant l'ouverture de la soupape d'équilibre, la course d'admission ou portion de course parcourue pendant l'ouverture de la soupape d'admission, et enfin le contrepoids de la machine. Un problème très-important dans l'emploi de ces machines, et qui n'a pas été résolu jusqu'ici, consiste donc à reconnaître, parmi toutes les valeurs qu'il est possible de donner à ces variables, celles qui feront produire à la machine son maximum d'effet utile, pour une vaporisation donnée, et par conséquent pour une dépense donnée de combustible. C'est le but que nous nous proposons dans le travail dont nous allons présenter l'analyse.

» Nous venons de voir quelles sont les données variables dans la machine, et au moyen desquelles on peut accroître son effet utile. Mais, parmi les cinq quantités que nous avons énoncées, hors la vaporisation, puisque celle-ci est supposée donnée, il y en a deux, la vitesse et le contre-poids, qui ne sont point arbitraires. En effet, nous verrons plus loin que la condition qui fixe la charge de la machine, pour la production du maximum d'effet utile, fixe également la vitesse correspondante, et qu'il en est de même du contre-poids relativement à la course d'admission. Il n'y a donc,

en réalité, que trois données arbitraires et indépendantes, savoir, la charge, la course d'équilibre et la course d'admission; et la question est de reconnaître quelles sont les valeurs que l'on doit donner à ces quantités, pour que la machine produise son maximum d'effet utile.

» Pour arriver à la solution de ce problème, nous allons, parmi ces trois données variables, supposer d'abord que deux sont prises arbitrairement, et nous déterminerons la valeur de la troisième, qui fait produire à la machine son plus grand effet utile, *avec les deux arbitraires données*. Puis nous supposerons ensuite, qu'ayant fixé la première donnée à la valeur résultante de la solution précédente, on détermine encore l'une des deux données restantes, d'après la condition d'accroître autant que possible l'effet utile de la machine, *la troisième donnée restant cependant toujours arbitraire*. Et enfin, nous supposerons qu'on donne aux deux premières variables leur valeur déduite des problèmes précédents, et nous chercherons la valeur de la troisième, qui fait produire à la machine son maximum d'effet utile. Nous serons alors parvenus au maximum *absolu* d'effet utile qu'est capable de produire la machine, puisqu'il n'y aura aucune des quantités laissées à la disposition du conducteur de la machine, qui n'ait été déterminée pour remplir cette condition.

» I. On a vu, dans la Note précédente, que l'effet utile produit par la machine, avec une charge r, une course d'admission l' et une course d'équilibre l'', a pour expression

$$arv = mS\frac{l+2c}{l''+c}\cdot\frac{[k'-(1+\delta)k'']r}{(1+\delta)r+n+p+f'+(1+\delta)f''}.$$

Si nous supposons que parmi les trois variables r, l'', l', on a fixé arbitrairement les deux dernières, il est clair que le second membre de cette équation ne contiendra de variable que la fraction

$$\frac{r}{(1+\delta)r+n+p+f'+(1+\delta)f''}.$$

D'autre part, il est évident que tout accroissement de la quantité r, introduit dans cette fraction, augmente son numérateur en plus grand rapport que son dénominateur, et par conséquent augmente sa valeur totale. Donc d'abord, le maximum de r produira aussi le maximum de arv. Mais l'équation (A), savoir,

$$n+P'=\frac{l}{l'+c}\cdot\frac{1}{k'}[(1+\delta)r+n+p+f'(1+\delta)\text{II}],$$

prouve que la plus grande valeur de r est donnée par la plus grande valeur possible de P', et celle-ci est $P' = P$. Donc enfin, en introduisant cette condition dans l'équation (C), on aura la charge qui fait produire à la machine son maximum d'effet utile, savoir,

$$(6) \quad ar' = a\frac{l'+c}{l}\left(\frac{k'}{1+\delta} - k''\right)(n+P) - \frac{a}{1+\delta}[(n+p+f'+(1+\delta)f''].$$

De plus, on remarquera que la condition $P' = P$ fixe en même temps la vitesse de la machine; car en la substituant dans l'équation (A), on obtient l'expression suivante, qui ne contient plus aucune variable indéterminée,

$$(5) \qquad v' = m\frac{l+2c}{l''+c}\cdot\frac{l}{l'+c}\cdot\frac{S}{a}\cdot\frac{1}{n+P}.$$

» Ainsi, les deux quantités r et v se trouveront fixées immédiatement et ensemble, d'après la condition de faire produire à la machine son plus grand effet utile, avec les valeurs données de l' et l''; et cet effet utile maximum sera

$$(D) \quad ar'v' = \frac{mS}{1+\delta}\cdot\frac{l+2c}{l''+c}\left[k' - \frac{l}{l'+c}\cdot\frac{n+p+f'+(1+\delta)f''}{n+P}\right] - mS\frac{l+2c}{l''+c}k''.$$

» II. La recherche précédente fait connaître la charge que l'on doit donner à la machine, ou la vitesse qu'on doit lui faire prendre, pour en obtenir le plus grand effet possible, avec les valeurs arbitraires fixées pour l'' et l'. Mais actuellement, il est clair que si l'on conserve à la quantité l' une valeur fixe quelconque, et que l'on fasse varier la quantité l'', en se conformant toujours à la condition précédente, pour la valeur de r, on aura, pour chaque supposition faite sur l'', un certain effet utile, qui sera le plus grand possible pour la valeur fixe de l' et la valeur supposée de l''. Les différents effets utiles ainsi obtenus seront nécessairement différents entre eux. Donc il y aura une valeur de l'' qui, parmi tous ces effets utiles, donnera un maximum. C'est la question que nous devons nous proposer de résoudre en ce moment.

» Pour cela, il faut recourir à l'expression de l'effet utile maximum de la machine, avec une valeur quelconque de l'', et chercher quelle est la valeur particulière de cette quantité qui rendra cet effet utile le plus grand possible, pour la valeur fixée de l'. Or l'effet utile maximum de la machine, pour une valeur quelconque de l'', est donné par l'équation (D), qu'on a obtenue il y

a un instant. De plus, en supprimant le facteur mS, commun aux deux termes, et remplaçant k'' par la valeur donnée précédemment, le second membre de cette équation devient

$$\frac{1}{1+\delta}\cdot\frac{l+2c}{l''+c}\left[k'-\frac{l}{l'+c}\cdot\frac{n+p+f'+(1+\delta)f''}{n+P}\right]-\frac{l-l''+c}{l''+c}\log\frac{l-l''+c}{c}+\log\frac{l+c}{l''+c};$$

et enfin, en prenant la différentielle de cette quantité par rapport à l'' considérée comme variable, puis égalant le coefficient différentiel à zéro, on obtient

$$(7)\qquad \log\frac{l-l''+c}{c}=\frac{k'}{1+\delta}-\frac{1}{1+\delta}\cdot\frac{l}{l'+c}\cdot\frac{n+p+f'+(1+\delta)f''}{n+P}.$$

Cette relation fera donc connaître la valeur de l'' qui, pour une valeur donnée quelconque de l', et en se conformant toujours, en ce qui concerne la charge r, à la condition de l'équation (6), fera produire à la machine son maximum d'effet utile.

» L'équation (7), que nous venons d'obtenir, est d'un calcul très-simple, car il suffira de calculer le second membre de l'équation, puis de regarder le résultat comme un logarithme hyperbolique, et le nombre correspondant sera la fraction

$$\frac{l-l''+c}{c},$$

ou bien, si l'on n'a pas de tables de logarithmes hyperboliques, on divisera le résultat obtenu par 2.303, et le quotient cherché dans une table de logarithmes vulgaires fera connaître encore la fraction demandée.

» III. En se conformant aux deux conditions prescrites par les équations (6) et (7), on fera produire à la machine son maximum d'effet utile, pour une valeur quelconque et arbitraire de l'. Il ne reste donc plus maintenant qu'à déterminer cette dernière quantité pour la faire concourir aussi, autant que possible, à la production du maximum d'effet utile.

» Pour procéder directement dans cette recherche, il faudrait, dans l'équation (D), pouvoir substituer pour l'' sa valeur analytique tirée de l'équation (7); il en résulterait une équation dont le second membre ne contiendrait plus que la variable l', et, en la différentiant, on pourrait parvenir à déterminer la valeur l' qui rend l'effet utile un maximum. Comme l'équation (7) ne permet pas cette substitution, on se trouve contraint de procéder par tâtonnements; mais il se présente un moyen de fixer d'abord le point de départ de ces tâton-

nements: en effet, si l'on remarque que, dans ces machines, on ferme toujours la soupape d'équilibre très-près de la fin de la course du piston, ce qui donne à très-peu près $l'' = l$ et $k'' = 0$, ainsi qu'on peut le reconnaître en recourant à l'expression développée de cette dernière quantité, on verra qu'on peut obtenir une solution approximative du problème, en faisant $l'' = l$ et $k'' = 0$ dans l'équation (D).

» Or, en y introduisant cette supposition et substituant en même temps pour k' sa valeur, cette équation se réduit à la suivante

$$ar'v' = \frac{mS}{1+\delta} \cdot \frac{l+2c}{l+c}\left[\frac{l'}{l'+c} + \log.\frac{l+c}{l'+c} - \frac{l}{l'+c} \cdot \frac{n+p+f'+(1+\delta)f''}{n+P}\right];$$

et, en égalant à zéro sa dérivée prise par rapport à l' considérée comme variable, on obtient

$$(9) \qquad \frac{l'}{l} = \frac{n+p+f'+(1+\delta)f''}{n+P}.$$

» Ainsi, cette équation fournira d'abord une solution approximative du problème; et, en la substituant dans l'équation (7), pour en déduire l'', puis dans les équations (5) et (6), pour en déduire v et r, on en conclura l'effet utile correspondant de la machine. En faisant donc ensuite quelques essais, au-dessus et au-dessous de la valeur de l' fournie par l'équation (9), on arrivera bientôt à connaître la valeur de cette quantité qui produit le maximum d'effet utile. J'ai fait un grand nombre de ces calculs, et je les ai trouvés très-faciles, parce que ce sont toujours les mêmes nombres qui s'y représentent; mais quand même ils seraient longs, on doit convenir que c'est une circonstance bien peu importante quand il s'agit d'arriver à la solution d'une question d'où dépend ensuite l'effet utile d'une machine pendant tout le temps de sa durée.

» IV. Enfin, parmi les données originales du problème, il reste encore le contre-poids, dont la valeur n'a pu être fixée par la recherche précédente, parce qu'il se trouve éliminé des équations finales. Cette circonstance ne doit pas surprendre, puisqu'il est évident que l'action du contre-poids se borne à recevoir, pendant l'une des courses du piston, une certaine quantité de travail, en vertu de son élévation à une hauteur donnée, et à la restituer ensuite, dans la course contraire, en retombant de la même hauteur où il avait été élevé d'abord. Le contre-poids n'est donc qu'une sorte de volant, ou un intermédiaire de transmission d'une force, et il devait, en conséquence, disparaître des équations finales du problème. Mais, en recourant à l'équation (A),

présentée dans le Mémoire précédent, on reconnaîtra que comme, dans la course descendante du piston à vapeur, ce contre-poids forme la seule charge de la machine, il se trouve nécessairement déterminé par les conditions déjà établies.

» En effet, si, dans l'équation (A), on fait d'abord $P' = P$, pour satisfaire à la première condition du maximum d'effet utile, et qu'on y suppose, en outre, l' déterminée par la troisième condition du même problème, cette équation ne contiendra plus que des quantités connues, et l'on en tirera

$$(8) \qquad \Pi = \frac{\frac{l'+c}{l} k'(n+P) - (n+p+f')}{1+\delta} - \rho.$$

Dès qu'on aura déterminé l' par la recherche précédente, l'équation (8) fera donc connaître la valeur correspondante que doit avoir le contre-poids pour faire produire à la machine son maximum d'effet utile.

» Ainsi, en définitive, pour connaître tous les éléments qui concourent à la production du maximum d'effet utile d'une machine de Cornouailles à simple effet, on déterminera d'abord la course d'admission l' au moyen de l'équation (9); on la substituera dans l'équation (7), ce qui donnera la course d'équilibre l'', et l'on substituera ces deux quantités ensemble dans les équations (5) et (6), pour avoir la charge et la vitesse correspondantes de la machine; alors on s'assurera par tâtonnement que la valeur obtenue pour l' est bien celle qui produit le maximum d'effet utile. Puis on déterminera le contre-poids par l'équation (8); et, en donnant à la machine la course d'admission, la course d'équilibre, la charge et le contre-poids déterminés par ces équations, on lui fera produire son maximum *absolu* d'effet utile, puisque toutes les données qui peuvent influer sur la production de cet effet auront été déterminées d'après cette condition. Si les déterminations déduites du calcul présentent des inconvénients dans l'application pratique, il est entendu qu'on se bornera à adopter les nombres qui s'en approcheront le plus possible. »

PHYSIQUE. — *Modification à l'appareil d'Atwood.* (Extrait d'une Note de M. **Dupré.**)

« Ayant eu occasion de remarquer les inconvénients que présentent les machines employées pour démontrer dans les cours de physique les lois de la chute des graves, j'ai imaginé pour les remplacer l'instrument dont j'ai l'honneur d'adresser la description à l'Académie.

» Un cercle horizontal d'environ 0,8 de diamètre, et dont la circonférence

est graduée en 100 parties égales, se meut d'un mouvement uniforme autour de son axe qui est vertical; il fait, par exemple, deux tours par seconde. En dehors de ce cercle, près de sa circonférence, s'élève verticalement un montant divisé en centimètres qui porte quatre petits leviers horizontaux contenus dans un plan passant par le centre du cercle et situés à des hauteurs de $0^m,136$, $0^m,545$, $1^m,226$, $2^m,180$, qui sont entre elles comme 1^2, 2^2, 3^2, 4^2. Des balles de plomb enduites de poussière légèrement humide et de couleurs différentes sont posées sur les extrémités de ces leviers, au-dessus du bord du cercle. Un cinquième levier, un peu moins long que les autres, est placé de telle sorte que son extrémité rase la surface du cercle, très-près de la circonférence. Les bras opposés de ces leviers sont attachés à une même tringle verticale avec laquelle ils font des angles mobiles.

» Lorsqu'on veut conserver à la machine toute la simplicité possible, on fait mouvoir le cercle avec la main, et, si son axe est disposé convenablement, on lui fait faire aisément cinq ou six cents tours au moyen d'une seule impulsion. On conçoit que la diminution de vitesse pendant un tour est alors négligeable et que le mouvement peut être considéré comme uniforme. Après cette impulsion, on lève brusquement la tringle, les bras de levier qui portent les balles s'abattent et les laissent libres toutes à la fois dans l'atmosphère. En frappant sur le cercle, ces mobiles font des taches, le levier inférieur laisse aussi une trace qui a peu d'étendue, parce qu'il est construit de manière à se relever aussitôt qu'il a touché. Les distances entre cette dernière tache et chacune des autres contiennent des nombres de divisions qui sont entre eux comme 1, 2, 3, 4; les espaces parcourus étant, par construction, comme 1^2, 2^2, 3^2, 4^2, il est prouvé par là qu'ils sont entre eux comme les carrés des temps. On en déduit, par des raisonnements simples et faciles, que les vitesses sont proportionnelles aux temps et que la vitesse, après une seconde, est double de l'espace parcouru pendant la première seconde.

» L'approximation sur laquelle on peut compter est beaucoup plus grande qu'avec la machine d'Atwood, où le ralentissement de la chute fait paraître les résultats plus parfaitement d'accord avec les lois qu'ils ne le sont en réalité. En effet, l'erreur dans le nombre des divisions ne pouvant pas être de $\frac{1}{2}$, l'erreur dans l'appréciation du temps de la chute est moindre que $\frac{1}{400}$ de seconde, temps qui correspond à $\frac{1}{2}$ division. Elle a été plus faible que $\frac{1}{600}$ de seconde dans les expériences que j'ai faites avec un instrument grossier.

» On atteindrait facilement un degré d'exactitude beaucoup plus grand en construisant l'appareil avec plus de soin, mais on sentirait alors le besoin d'opérer dans le vide, ce qui ne pourrait se faire qu'en élevant le prix de l'instrument jusqu'à celui des machines d'Atwood. Dans ce cas, un mouvement

d'horlogerie ferait marcher le plateau, et, à un moment déterminé, ferait partir une détente qui abattrait brusquement les leviers; le levier inférieur devrait manquer alors, la position de la détente faisant connaître le point de départ des mobiles. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un appareil typographique rendu public en 1822.* (Extrait d'une Lettre de M. **Pierre Leroux** à M. *Arago.*)

« Dans sa séance du 28 novembre dernier, l'Académie a entendu un Rapport fait par M. Séguier (en son nom et au vôtre, M. le secrétaire, comme membre de la Commission nommée à cet effet, et dont faisaient également partie MM. Coriolis, Piobert et Gambey), sur une machine à trier et classer les caractères d'imprimerie, présentée par M. Gaubert, et nommée par lui *gérotype.* Ce Rapport est très-favorable. Le mécanisme inventé par M. Gaubert comprend deux appareils distincts, l'un servant à distribuer les lettres, l'autre à composer des pages.

» En même temps que M. Gaubert présentait à l'Académie sa double machine, MM. Young et Delcambre exposaient à la curiosité des typographes et livraient au commerce un appareil propre à la composition, mais à la composition seulement, et qui fonctionne dès à présent en Angleterre, où il sert en particulier pour un journal.

» Ces faits m'ont rappelé que, le premier, il y a vingt-cinq ans, j'ai eu l'idée de composer des pages d'imprimerie avec une machine, et que cette idée je l'ai réalisée.

» Mais, à la différence, soit de M. Gaubert, soit de MM. Young et Delcambre, je ne m'étais pas attaché à une seule partie de l'art typographique, tel qu'il existe aujourd'hui, savoir, la composition (laquelle, dans l'acception ordinaire du terme technique, comprend implicitement la distribution préparatoire des caractères).

» Mon innovation fut plus grande. J'entrepris de faire subir une modification à l'art typographique presque tout entier.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie, par votre intermédiaire, deux exemplaires d'un écrit publié par moi à ce sujet, il y a déjà vingt ans. Cet écrit, imprimé en août 1822, chez M. Didot l'aîné, où j'étais alors compositeur et correcteur d'imprimerie, a pour titre : *Nouveau procédé typographique, qui réunit les avantages de l'imprimerie mobile et du stéréotypage.* Il porte pour épigraphe cette remarquable sentence de Sénèque sur la perfectibilité indéfinie de l'humanité : *Nec ulli nato post mille secula præcludetur occasio aliquid adhuc adjiciendi.*

» Dans ce petit écrit, j'expose en termes très-clairs l'idée de ce procédé entièrement nouveau, et qui, je le répète, modifie presque complétement, et non dans une partie seulement, l'art de Guttemberg, imprimerie et fonderie. Voici cette idée fondamentale, telle qu'elle est formulée à la page 5 : « Au lieu de fondre les lettres une à une, on en fondra des rayons entiers; au » lieu de onze lignes environ de tige, ces lettres n'en auront que trois; au lieu » de composer avec la main, on composera avec une machine; enfin, au » lieu de faire des avances de papier et de tirage, on conservera les pages » comme les clichés stéréotypes. »

» J'examine (pages 7 à 11) les avantages qui doivent résulter de ce système, et je prouve que, sans parler de la rapidité de la composition, et en ne la comptant pour rien, il donne un important résultat, à savoir, que « nous stéréotypons ainsi sans aucun frais, et en avançant seulement la » quantité de métal nécessaire. » Jusque-là, en effet, le stéréotypage n'avait été, pour tous ceux qui s'en étaient occupés, que la suite de l'imprimerie en caractères mobiles, c'est-à-dire une opération subséquente à la composition ordinaire, et qui venait ajouter de nouveaux frais aux frais de composition. En outre, tous les procédés de stéréotypage sont défectueux, soit parce qu'ils donnent des clichés imparfaits, soit parce que les meilleurs clichés exigent, pour être bien tirés, ce qu'on appelle en imprimerie une *mise en train* difficile. Et cela est tellement vrai, qu'on a renoncé aux clichés pour tous les petits tirages, et qu'on ne tire en général sur clichés que d'assez grands nombres.

» Le nouveau système, au contraire, représente, comme je le dis (page 10), « l'imprimerie mobile et le stéréotypage à la fois, avec tous leurs avantages » respectifs. »

» Les appareils récemment fabriqués, soit par M. Gaubert, soit par MM. Young et Delcambre, laissent donc tout à fait intacte mon idée fondamentale, l'idée de composer et de stéréotyper par une seule opération.

» Ce qui nous est commun, c'est seulement l'idée de composer avec une machine.

» La communication que j'ai l'honneur de faire à l'Académie a pour but:

» 1°. De distinguer le problème que je me suis proposé du problème qui a occupé soit M. Gaubert, soit MM. Young et Delcambre, soit les inventeurs de la machine à composer dont il a été question en Angleterre vers 1832, et qui se trouve décrite dans le *Bulletin universel* que publiait alors M. de Férussac;

» 2°. De rappeler un fait de notoriété parmi les typographes, savoir, que

le premier, il y a plus de vingt ans, j'ai proposé de remplacer la composition à la main par une opération mécanique.

» Et non-seulement je l'ai proposé alors, mais j'en ai montré la possibilité par une machine que beaucoup de personnes ont vue fonctionner, dans un modèle d'essai en bois, et avec des lettres de trois à quatre lignes de tige. Le témoignage de ces personnes, dont plusieurs sont d'habiles typographes, ne laisserait, au besoin, aucun doute à ce sujet.

» Je n'ai pas à entretenir l'Académie des circonstances qui ont fait qu'ayant conçu dès 1816 l'idée de ce nouveau système d'imprimerie, je n'ai pu trouver, pendant toute ma jeunesse, les ressources pécuniaires nécessaires pour sa complète réalisation, c'est-à-dire pour sa mise en activité. Simple ouvrier, j'avais compris cette réalisation comme un moyen d'émanciper la pensée humaine, d'abolir à jamais la censure qui pesait alors sur la presse, de détruire le monopole de l'imprimerie, de réaliser enfin ce mot de Raynal : « Peut-être un jour il y aura autant d'imprimeries que de » bibliothèques; » et cet autre de Rabaut-Saint-Étienne : « Le temps ap- » proche où cet art (l'imprimerie) changera, et où, au lieu d'un secrétaire, » vous prendrez un garçon imprimeur : alors la liberté des presses existera, » comme nous avons toujours eu la liberté des écritoires. » Plein de ces sentiments, je ne voulus pas faire de cette découverte un monopole. Je repoussai l'offre que me firent plusieurs personnes, et entre autres M. Pierre Didot l'aîné, qui peut en rendre encore aujourd'hui témoignage, de prendre en commun un brevet d'exploitation. Je m'adressai vainement à des hommes politiques, qui ne comprirent pas mes idées; et les très-faibles avances qui m'étaient nécessaires pour donner à mes modèles une perfection définitive m'ayant toujours manqué, je me détournai, après sept années de travail et de souffrance pour moi et pour les miens, de cette invention, qui m'était si précieuse, ou plutôt je l'arrachai de mon cœur, avec un violent effort, pour me livrer à d'autres travaux. Aujourd'hui je vois avec bonheur la réussite des inventeurs qui viennent modifier la typographie, et je pense que, de leur côté, ils me verront avec satisfaction rentrer dans cette carrière, s'il me convient et s'il m'est possible d'y rentrer. Il me paraît évident que j'ai tout droit à cet égard, et que mon idée principale est encore aujourd'hui aussi neuve qu'il y a trente ans. »

M. de Rivaz, membre de l'Académie des Sciences de Naples, adresse quelques nouveaux détails sur l'éruption actuelle de l'Etna, d'après les renseignements officiels qu'a reçus à ce sujet le gouvernement des Deux-Siciles. Ces renseignements se rapportent aux phénomènes qui ont été observés

du 2 au 11 décembre. Nous nous bornerons à en extraire le passage suivant :

« Dans la soirée du 5 les vapeurs rassemblées et les cendres lancées par le cratère prenaient la forme d'un arbre majestueux, dont l'élévation put être mesurée : le sommet atteignait à une hauteur de 4000 pieds (environ 1300 mètres au-dessus du cratère.) »

M. **Conté**, à l'occasion d'une question soulevée par M. *L.-L. Bonaparte* relativement à l'époque à laquelle a été proposé pour la première fois l'emploi du lactate de quinine comme moyen thérapeutique, écrit que dès le mois de septembre 1840 il a adressé à l'Académie royale de Médecine une Lettre concernant l'emploi de ce sel dans le traitement des fièvres intermittentes. M. Conté ajoute que le titre de cette Lettre est consigné dans le procès-verbal des séances du conseil de l'Académie en date du 15 septembre de la même année.

M. **Cauvy** expose les motifs qui l'ont empêché jusqu'à ce jour d'annoncer à l'Académie qu'il se portait comme candidat pour la place de professeur-adjoint de chimie et de physique vacante à l'École de Pharmacie de Montpellier. Ces motifs n'existant plus, M. Cauvy espère que l'Académie voudra bien prendre en considération la demande qu'il lui adresse maintenant de le comprendre dans le nombre des candidats.

M. **Arago** entretient l'Académie des nombreuses observations de météorologie et de physique du globe que M. **Aymé** a faites pendant son séjour en Algérie.

M. **Arago** présente les *Tableaux des observations météorologiques* faites pendant les années 1840 et 1841, au collége de Jefferson (Florides), par M. **Chevet**, docteur ès-sciences et président du collége.

On remerciera M. Chevet, au nom de l'Académie. Quelques renseignements lui seront demandés sur la nature des instruments, sur leur placement, sur les heures adoptées, etc.

M. **Bisson** écrit relativement aux avantages qu'il a trouvés dans une méthode qui lui permet de *graduer avec précision la solution de brome employée dans les opérations photographiques.* L'appareil que M. Bisson emploie à cet effet est l'alcoolomètre ordinaire.

L'Académie accepte le dépôt de deux *paquets cachetés* présentés, l'un par M. **Depierris**, l'autre par M. **Marnier**.

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

M. GAY-LUSSAC, au nom de la Section de Physique, présente la liste suivante de candidats pour la place de professeur-adjoint de physique et de chimie vacante à l'École de Pharmacie de Montpellier :

Ex æquo, MM. CAUVY et FIGUIER.

Les titres de ces candidats sont discutés; l'élection aura lieu dans la prochaine séance. MM. les membres en seront prévenus par billets à domicile.

La séance est levée à 6 heures. A.

(Addition au *Compte rendu* de la séance du 26 décembre 1842.)

Page 1177, ligne 24, on a omis le tableau suivant :

Tableau des vitesses d'écoulement des mélanges d'alcool et d'eau.

NUMÉROS des expériences.	QUANTITÉS D'EAU ajoutées à 73,512 d'alcool en poids.	DENSITÉS à 10° des mélanges.	TEMPS DE L'ÉCOULEMENT d'un même volume des mélanges.	CAPILLARITÉ.
				mm.
1	0	0,8001	682″	32,20
2	26,487	0,8557	1158	33,60
3	36,487	0,8793	1336	34,60
4	76,487	0,9293	1731	35,45
5	86,487	0,9311	1732	36,35
6	106,487	0,9349	1726	»
7	126,487	0,9400	1723	»
8	226,487	0,9606	1444	»
9	276,487	0,9627	1326	43,35
10	359,787	0,9734	1237	»
11	676,487	0,9798	841	54,85
12	1026,487	0,9820	760	58,05
13	1276,487	0,9893	694	61,30

» La cinquième colonne contient l'indication des hauteurs de liquide soulevées par l'action capillaire dans un tube de $0^{mm},36$ de diamètre. L'eau distillée s'élevait dans ce même tube à la hauteur de $80^{mm},65$.

» L'alcool pur a exigé pour son écoulement 682″ et l'eau distillée dans les mêmes circonstances 523″.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1843; n° 1er; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT *et* REGNAULT; 3e série, tome VI, novembre 1842; in-8°.

Annales maritimes et coloniales; n° 12; décembre 1842; in-8°.

Voyage en Islande et au Groënland; 33e livr.; in-folio.

Voyage de la Commission scientifique du Nord en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroë, pendant les années 1838, 1839 *et* 1840, *sur la corvette* la Recherche, *commandée par* M. FAVRE, *lieutenant de vaisseau;* publié par ordre du Roi, sous la direction de M. GAIMARD; 1re livr.; in-folio.

Souvenirs d'un Voyage dans l'Inde, exécuté de 1834 *à* 1839; *par* M. ADOLPHE DELESSERT; 1843; 1 vol. in-8°.

Aide-Mémoire de Mécanique pratique, à l'usage des officiers d'artillerie et des ingénieurs civils et militaires; par M. A. MORIN; 3e édition; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; tome II, n° 6; décembre 1842; in-8°.

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Besançon; séance publique du 24 *août* 1842; in-8°.

Œuvres complètes de JOHN HUNTER, *traduites de l'anglais par* M. RICHELOT; table des matières; in-8°.

Dictionnaire universel d'Histoire naturelle; par M. CH. D'ORBIGNY; t. III, 30e livr.; in-8°.

Préparation du Calomel en poudre impalpable; par M. SOUBEIRAN. (Extrait du *Journal de Pharmacie et de Chimie;* décembre 1842.) In-8°.

Annales des Sciences géologiques; par M. RIVIÈRE; n°s 9 *et* 10; in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; décembre 1842; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie, de Toxicologie; tome IX; janvier 1843; in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; janvier 1843; n° 1; in-8°.

Astronomische. . . *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 464; in-4°.

Il Filocamo. . . *Journal médical scientifique et d'éducation;* tome II; n° 14.

Gazette médicale de Paris; t. IX, n° 1er.

Gazette des Hôpitaux; t. V, n° 1 à 3.

L'Écho du Monde savant; n° 51 de 1842, et n°s 1 et 2 de 1843; in-4°.

L'Expérience; n° 288.